

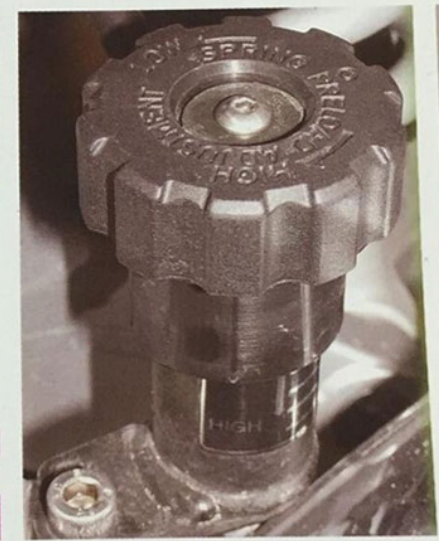
Școala de Arte și Meserii  
calificare profesională: lucrător în

# Lăcătușărie mecanică

structuri metalice

Manual pentru clasa a X-a

Ministerul  
Educației,  
Cercetării  
și Tineretului



Modulul 2  
Organe de mașini

Editor: COSTIN DIACONESCU

Redactor: Ileana BÂRSAN  
Tehnoredactare: Banu GHEORGHE  
Corectură: Luciana PUIU

Copertă: Valeriu STIHI

Referenți:

Prof. univ. dr.ing. Octavian DONȚU –  
Universitatea "Politehnica" – București  
Prof.ing. grad I Silvia Pătrașcu – Grupul Școlar Ind.  
„D. Gusti” – București

Editura CD PRESS  
București, Str. Ienăchiță Văcărescu, nr. 18, sector 4  
cod. 040157  
Tel.: (021) 337.37.17, 337.37.27, 337.37.37  
Fax: (021) 337.37.57  
e-mail: office@cdpress.ro

Tipar executat la: Regia Autonomă RASIROM  
Tipografia «Bucureștii Noi»

©Copyright CD PRESS, 2008

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației, Cercetării și Tineretului.  
Manualul a fost aprobat prin Ordinul Ministrului Educației și Cercetării nr. 3906/ 10.05.2006, în urma licitației organizate de către Ministrului Educației și Cercetării, este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată prin Ordinul Ministrului Educației și Cercetării nr. 3919 din 20.04.2005 și este distribuit **gratuit** elevilor.

ACEST MANUAL A FOST FOLOSIT DE:						
ANUL	NUMELE ELEVULUI CARE A PRIMIT MANUALUL	CLASA	ȘCOALA	ANUL ȘCOLAR	STAREA MANUALULUI	
					LA PRIMIRE	LA RETURNARE

\* Starea manualului se va înscrie folosind termenii: nou, bun, îngrijit, nesatisfăcător, deteriorat.

Cadrele didactice vor controla dacă numele elevului este scris corect.  
Elevii nu trebuie să facă niciun fel de însemnări pe manual.

TEMA

1

## SOLICITĂRILE SIMPLE ALE MAȘINILOR ȘI MECANISMELOR



### Noțiuni generale

- Forțe
- Reazeme
- Curba caracteristică și legea lui Hooke

### Deformații

- Alungirea
- Deformația unghiulară
- Deplasarea

### Solicitări statice simple

- Întinderea
- Compresiunea
- Forfecarea
- Încovoierea
- Torsiunea

### Solicitări compuse

## 1.1. Noțiuni introductive

În mecanica teoretică a rigidului, corpul solid este considerat nedeformabil, adică nu își schimbă forma sub acțiunea forțelor ce acționează asupra lui, indiferent cât de mari ar fi acestea.  
În natură nu există corpuri perfect rigide; ele se deformează sub acțiunea sarcinilor ce acționează asupra lor (fig. 1.1).

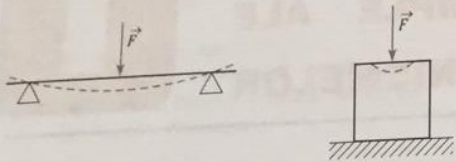


Fig. 1.1 Sub acțiunea unei forțe, un corp își poate modifica forma

Mecanica teoretică a rigidului nu se ocupă cu studiul fenomenelor care se petrec atunci când un corp, asupra căruia acționează o forță, se rupe.

## 1.2. Clasificarea materialelor după comportarea lor sub acțiunea sarcinilor exterioare

Rezistența materialelor este o disciplină care studiază numai comportarea corpurilor solide. Ea utilizează legile generale ale mecanicii, dar, spre deosebire de mecanica rigidului, în rezistența materialelor corpurile nu sunt considerate rigide, ci deformabile.

Dacă în mecanica rigidului două forțe egale și de sens contrar sunt întotdeauna în echilibru (fig. 1.2), din punctul de vedere al rezistenței materialelor acest lucru este adevărat numai în situația în care corpul nu se rupe.

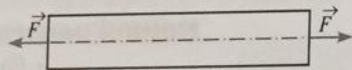


Fig. 1.2 Forțe egale și de sens contrar

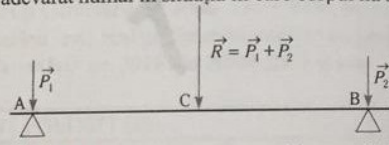


Fig. 1.3 Obținerea rezultantei în mecanică

În mecanica rigidului, un sistem de forțe care acționează asupra unui corp poate fi înlocuit cu rezultanta lor (fig. 1.3); în rezistența materialelor, acest procedeu nu poate fi aplicat.

După modul de comportare sub acțiunea sarcinilor, materialele pot fi:

**A. Materiale elastice** – sunt materialele care au proprietatea de a se deforma sub acțiunea forțelor exterioare și de a reveni la poziția, forma și dimensiunile inițiale, după ce acțiunea a încetat. De exemplu, pentru valori nu prea mari ale solicitărilor exterioare, oțelul este un material elastic (fig. 1.4).

Aceste materiale se împart, la rândul lor, în două grupe:

- **materiale perfect elastice**, care, după îndepărtarea solicitării exterioare, revin exact la poziția, forma și dimensiunile inițiale, situație care nu se întâlnește în realitate;
- **materiale semielastice**, care revin parțial la poziția, forma și dimensiunile inițiale – situație întâlnită în majoritatea cazurilor de deformare elastică.

**B. Materiale plastice** – sunt materialele care au proprietatea de a se deforma sub acțiunea unei forțe și de a nu reveni la poziția, forma și dimensiunile inițiale după îndepărtarea solicitării exterioare. Aceste materiale rămân cu o deformare permanentă, după ce acțiunea forței a încetat. În această categorie intră fonta, plumbul, asfaltul etc., care sunt materiale plastice, precum și toate materialele elastice (oțel, mase plastice) la temperaturi și sarcini ce depășesc anumite valori limită (fig. 1.5).

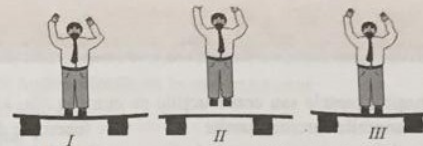


Fig. 1.4 Comportarea materialelor elastice  
I – material deformat sub acțiunea greutății; II – material nedeformat; III – material deformat.



Fig. 1.5 Comportarea materialelor plastice

**C. Materiale izotrope** – sunt materialele care au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor (de exemplu oțelurile).

**D. Materiale anizotrope** – nu au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor (de exemplu lemnul, care are proprietăți diferite de-a lungul fibrei și perpendicular pe ea).

## 1.3. Clasificarea corpurilor din punctul de vedere al rezistenței materialelor

Formele pieselor sunt adeseori foarte complicate, ceea ce ar îngreuna mult calculul rezistenței lor; de aceea, ele au fost schematizate în forme convenabile, astfel încât rezultatul calculului să nu se îndepărteze de situația reală.

Rezistența materialelor nu studiază un anumit tip de piese, ci creează scheme de calcul în care se poate încadra o gamă largă de piese și corpuri.

Corpurile studiate la rezistența materialelor se împart în trei grupe mari:

**1. Corpuri la care una din dimensiuni este predominantă față de celelalte două.** Acestea se numesc **bare** și au următoarele elemente caracteristice:

- **axa longitudinală;**
- **secțiunea plană perpendiculară pe axa longitudinală** (fig. 1.6).

Caracteristicile barelor sunt:

$$l \gg a$$

$$l \gg b.$$

Secțiunea barei este dată de formula:

$$S = a \times b.$$

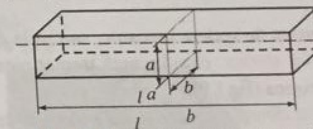


Fig. 1.6 Reprezentarea unei bare în rezistența materialelor

**2. Corpuri care au două dimensiuni mult mai mari în comparație cu a treia;** aceste corpuri sunt numite **plăci**. Plăcile sunt caracterizate prin forma și dimensiunile suprafeței mediane și prin grosimea măsurată perpendicular pe suprafața mediană (fig. 1.7).

Caracteristicile dimensionale ale plăcilor sunt:

$$l \gg a$$

$$L \gg a$$

Secțiunea plăcii (suprafața mediană) este dată de formula:

$$S_{med} = L \times l$$

Corpurile înlocuite în calcul cu plăci sunt: vase, tuburi, membrane, plăci plane.

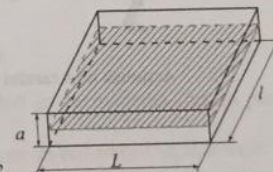


Fig. 1.7 Reprezentarea unei plăci și a suprafeței mediane

**3. Corpuri masive**, care au cele trei dimensiuni aproximativ de același ordin de mărime (de exemplu: bile și role de rulmenți, blocuri de fundații, tuburi cu pereți groși).

### 1.4. Forțe

Forțele pe care le preiau organele de mașini, piesele sau construcțiile se numesc *sarcini*. Orice piesă care are un anumit rol în funcționare suportă anumite sarcini, numite *sarcini utile* (exemple de sarcini utile sunt: încărcătura unui camion, greutatea trenului care trece pe un pod, presiunea lichidului pentru paletele unei pompe de lichid).

Din punctul de vedere al duratei de acțiune, sarcinile pot fi:

- *sarcini permanente*, cu acțiune continuă în timp (de exemplu, greutatea proprie);
- *sarcini accidentale*, care acționează în anumite perioade de funcționare sau de modificare a condițiilor de funcționare (de exemplu, forțele de la pornirea unui motor, greutatea unui camion care trece pe un pod etc.).

După modul în care acționează forțele, ele pot fi:

- *forțe exterioare* (fig. 1.8, a);
- *forțe interioare* (fig. 1.8, b).

*Forțele exterioare* sunt forțe care sunt aplicate corpului prin intermediul altor corpuri. Ele pot fi:

- *forțe (sarcini) de suprafață*;
- *forțe de volum*;
- *forțe de masă*.

Sarcinile de suprafață sunt forțele aplicate direct pe suprafața corpului; după modul de lucru, acestea pot fi:

- *sarcini concentrate*;
- *sarcini repartizate*.

*Sarcinile concentrate* sunt forțele transmise prin intermediul unei suprafețe ale cărei dimensiuni sunt mici în comparație cu dimensiunile corpului (de exemplu, forța de tracțiune a unei locomotive).

*Sarcinile repartizate (distribuite)* sunt forțe care acționează pe o suprafață mai mare și pot fi uniforme distribuite sau variabile (de exemplu, forța de presiune a unui gaz pe o membrană, greutatea unei plăci pe o masă).

Din punct de vedere mecanic, sarcinile de suprafață pot fi:

- *sarcini statice*, care încarcă treptat piesa, cresc încet până la valoarea maximă și apoi nu-și mai modifică mărimea (fig.1.9);
- *sarcini dinamice*, care se aplică brusc, cu toată intensitatea și variază într-un interval scurt de timp (fig. 1.10). Ele pot fi variabile în timp, repetându-se de un anumit număr de ori (de exemplu, lovitura de ciocan).



Fig.1.9 Acțiunea unei sarcini statice

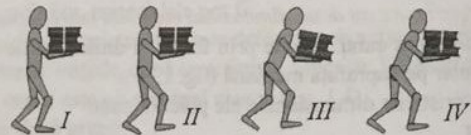


Fig. 1.10 Acțiunea unei sarcini dinamice  
I, II, III, IV – efecte ale acțiunii aplicării sarcinii dinamice.

*Sarcinile de volum sau de masă* se exercită asupra fiecărui element de volum sau de masă (de exemplu greutatea proprie a corpurilor).

*Forțele interioare* – se caracterizează prin faptul că fiecărei forțe îi corespunde, pe aceeași linie de acțiune, o altă forță egală cu ea, însă de sens opus. Aceste forțe iau naștere din acțiunea unor părți din corp asupra celorlalte părți. Chiar dacă asupra unui corp nu se exercită forțe exterioare, în corp există forțe interioare care îi conferă forma și dimensiunile, asigurându-i integritatea.

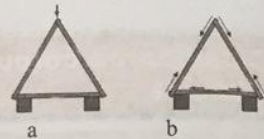


Fig. 1.8 Forțele interioare care apar datorită acțiunii forțelor exterioare  
a – acțiunea forței exterioare;  
b – forțele interioare care apar în bare.

### 1.5. Reazeme

Tipurile de legături întâlnite în mecanică sunt:

- reazemul simplu;
- articulația;
- încastrarea;
- prinderea cu fire.

Pentru fiecare legătură se studiază numărul posibilităților de mișcare care îi rămân rigidului, precum și forțele și momentele pe care le introduce legătura.

Din punctul de vedere al efectului produs asupra corpului, se știe că forța are drept efect deplasarea corpului de-a lungul suportului acesteia, iar momentul produce o rotație în jurul axei.

1. **Reazemul simplu** – reazemul simplu reprezintă legătura prin care un punct al rigidului rămâne pe o suprafață sau pe o curbă.

Un reazem simplu este înlocuit cu o forță, dirijată după normala comună la suprafețele de contact.

Sensul reacțiunii este stabilit în cazul legăturilor unilaterale ca fiind cel în care corpul poate părăsi legătura.

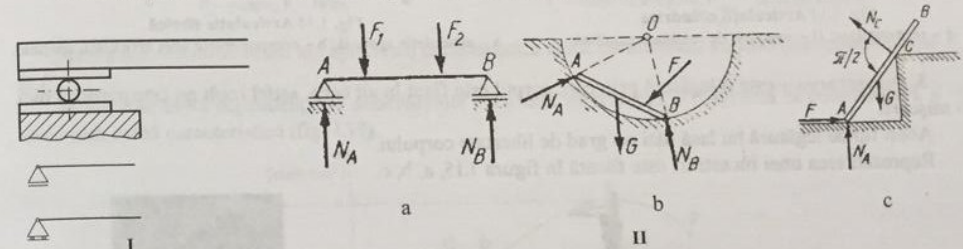


Fig. 1.11 Câteva exemple de reazeme simple  
I – reprezentări; II – scheme.

În figura 1.11 sunt prezentate câteva cazuri de reazeme simple și de înlocuire a legăturilor: a) pe suprafață plană; b) pe suprafață curbă; c) pe muchie și suprafață plană.

Două exemple de rezemări simple sunt prezentate în figura 1.12.

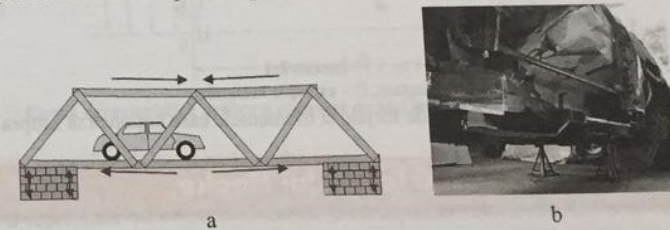


Fig. 1.12 Exemple de rezemări  
a – rezemarea unui pod; b – rezemarea unui utilaj.

2. **Articulația** – este legătura unui rigid care obligă corpul să rămână în permanentă într-un punct dat.

Articulația poate fi:

- *plană sau cilindrică*, în cazul în care corpul este solicitat de un sistem de forțe plane;
- *spațială sau sferică*, în cazul în care corpul este solicitat de un sistem de forțe în spațiu.

Din punctul de vedere al restricțiilor geometrice, avem următoarea situație:

- la articulația cilindrică (figura 1.13) este permisă o **singură rotație**;
- la articulația sferică (fig. 1.14) sunt permise **trei rotații**.

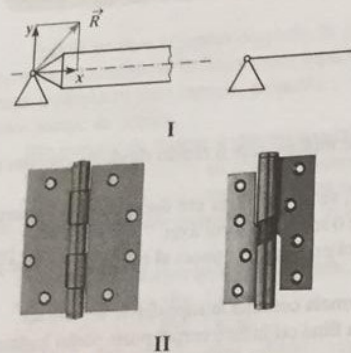


Fig. 1.13 Articulații cilindrice

I – reprezentare; II – exemple de realizare practică.

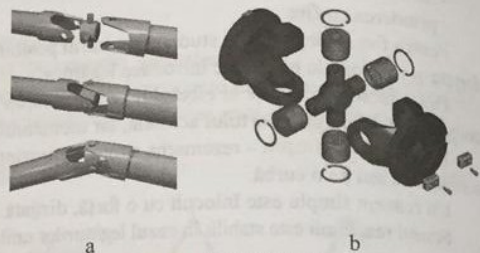


Fig. 1.14 Articulație sferică

a – articulație spațială; b – componentele unei articulații spațiale.

3. **Încăstrarea** – este o legătură prin care corpul este fixat în alt corp, astfel încât nu este permisă nici o mișcare.

Acest tip de legătură nu lasă nici un grad de libertate corpului. Reprezentarea unei încăstrări este făcută în figura 1.15, a, b, c.

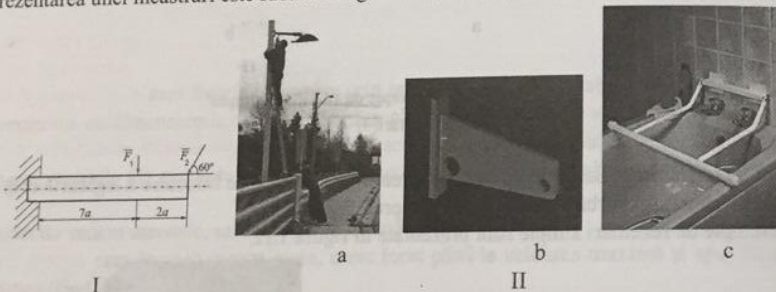


Fig. 1.15 Încăstrări

I – reprezentare; II – exemple încăstrări.

Schema de încăecare este reprezentată de forțele și momentele care acționează asupra reazemelor.

## 1.6. Curba caracteristică și legea lui Hooke

### Curba caracteristică

Între eforturile unitare și deformațiile specifice există relații care sunt determinate experimental.

Pentru aceasta se folosește o epruvetă din oțel (ca aceea din fig. 1.16), care va fi solicitată la întindere. Lungimea inițială a epruvetei este în general aleasă ca fiind  $L_0 = 200$  mm, iar diametrul inițial este în general ales ca fiind  $D_0 = 20$  mm. Epruveta va fi montată pe o mașină de încercat la întindere (fig. 1.17).

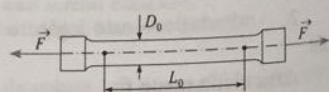


Fig. 1.16 Epruvetă

La începutul experienței nu se aplică nici o forță, după care, treptat, se începe aplicarea forței cu valori crescătoare. În orice moment al experienței, diferența între lungimea inițială ( $L_0$ ) a epruvetei și lungimea în acel moment a acesteia ( $L$ ), este  $\Delta L = L - L_0$ .

Curba caracteristică este o reprezentare grafică a variației lui  $\Delta L$ , în funcție de variația mărimii forței  $F$  (fig. 1.18).

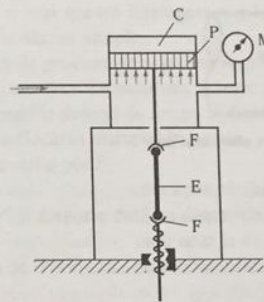


Fig. 1.17 Mașină de încercat la întindere  
M – extensometru, E – epruvetă, C – cilindru,  
P – piston, F – fălci.

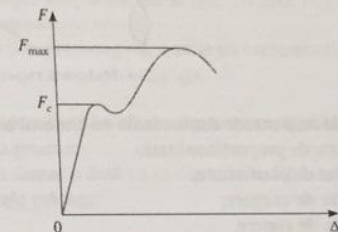


Fig. 1.18 Curba caracteristică pentru o epruvetă de oțel încercată la întindere  
 $F_c$  – forța de curgere,  $F_{max}$  – forța de rupere.

Pentru diferite dimensiuni ale epruvetei, caracteristica arată asemănător, variind doar coordonatele  $F_c$  și  $F_{max}$ .

Pentru a se evita dependența de dimensiunile epruvetei, se trasează o diagramă în coordonate  $\epsilon$  și  $\sigma$ , denumită curbă caracteristică (fig. 1.19).

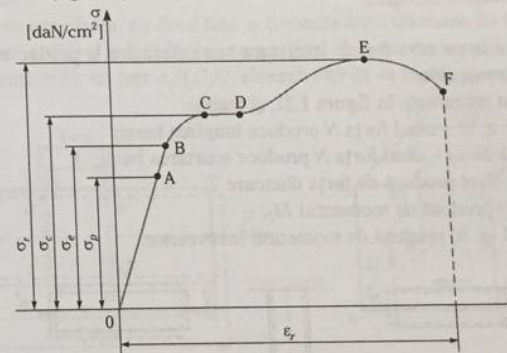


Fig. 1.19 Curba caracteristică pentru o epruvetă de oțel încercată la întindere în coordonate  $(\epsilon, \sigma)$

Semnificațiile notațiilor de pe această curbă sunt:

1. **Zona de proporționalitate** – OA – caracterizată printr-o variație liniară a eforturilor unitare  $\sigma_p$ .

2. Punctul B reprezintă **limita de elasticitate** și corespunde valorii maxime a efortului unitar  $\sigma_e$  până la care materialul se comportă elastic. În realitate, nici un material nu este perfect elastic, după încetarea aplicării forței rămânând o deformație permanentă; teoretic, se admite la revenire o deformație permanentă de 0,01%.

3. **Limita de curgere** –  $\sigma_c$  – este delimitată de punctele C și D și reprezintă efortul unitar pentru care epruveta continuă să se lungească, chiar dacă sarcina se menține constantă. După atingerea acestei limite în punctul C, pe porțiunea CD, numită **paliere de curgere**, curba este orizontală.

Dacă palierele CD nu există, atunci limita de curgere nu poate fi stabilită experimental, și ea se definește ca fiind limita efortului unitar pentru care, după descărcarea solicitării, alungirea permanentă este de 0,2%.

4. Pe porțiunea DE, curba are din nou un traseu ascendent, numit **zona de întărire**. În punctul E, valoarea efortului unitar devine maximă și poartă denumirea de **rezistență la rupere** ( $\sigma_r$ ).

5. După această porțiune, pe zona EF, sarcina scade și apar **gâtuirea** și **ruperea materialului** (fig. 1.20).

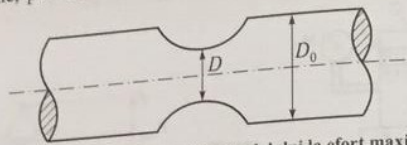


Fig. 1.20 Gâtuirea și ruperea materialului la efort maxim

Mărimile importante determinate cu ajutorul acestei curbe sunt:

- $\sigma_p$  – limita de proporționalitate;
- $\sigma_e$  – limita de elasticitate;
- $\sigma_c$  – limita de curgere;
- $\sigma_r$  – limita de rupere.

Corespunzător acestor limite, eforturile unitare se numesc **de proporționalitate**, **de elasticitate**, **de curgere** și **de rupere**. Pentru fiecare efort unitar se poate determina alungirea specifică.

## 1.7. Solicitări statice simple

### 1.7.1. Tipuri de solicitări simple

Solicitățile sunt acțiunile pe care forțele interioare sau exterioare le produc asupra corpurilor, având drept rezultat apariția deformațiilor.

Solicitățile simple sunt prezentate în figura 1.21, și anume:

1. **întinderea** (fig. 1.21. a, b) – când forța  $N$  produce lungirea barei;
2. **compresiunea** (fig. 1.21. c) – când forța  $N$  produce scurtarea barei;
3. **forfecarea** (fig. 1.21. d, e) produsă de forța tăietoare  $T$ ;
4. **răsucirea** (fig. 1.21. f) produsă de momentul  $M_f$ ;
5. **încovoierea** (fig. 1.21. g, h) produsă de momentul încovoietor.

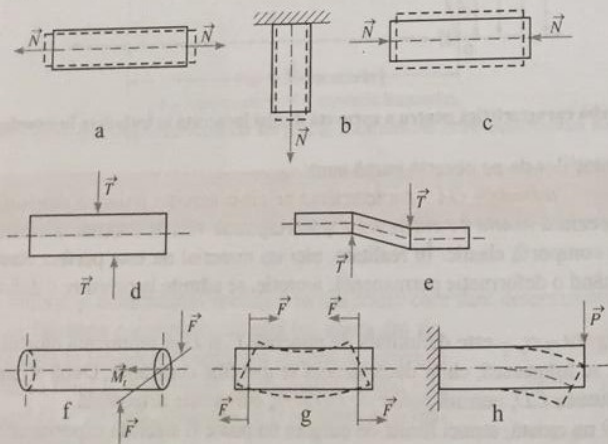


Fig. 1.21 Schema de reprezentare a solicitărilor simple

### 1.7.2. Deformații

Pentru o mai ușoară înțelegere a solicitărilor simple sunt prezentate în continuare felul de acțiune și efectele solicitărilor simple.

Solicitățile produse de acțiunea forțelor exterioare asupra corpurilor duc la apariția unor modificări ale formei și dimensiunilor acestora. Aceste modificări se numesc **deformații**.

Deformațiile depind de forma și dimensiunile corpurilor, precum și de o serie de caracteristici mecanice specifice fiecărui material în parte.

Deformațiile pot fi:

- **deformații elastice**, care apar până la o anumită valoare limită a eforturilor unitare, numită „limită de elasticitate” și dispar o dată cu dispariția cauzei care le-a produs;
- **deformații plastice**, care apar la eforturi mari și nu dispar o dată cu cauza care le-a produs.

Starea de deformație este caracterizată de următoarele mărimi:

- **alungirea sau deformația specifică**;
- **deformația unghiulară**;
- **deplasarea**.

#### Alungirea

O bară solicitată la întindere va suferi o deformație numită **alungire** (fig. 1.21).

După cum se vede și în figura 1.22:

$$\Delta l = l_1 - l_0$$

În cazul solicitării de compresiune,  $\epsilon$  poartă denumirea de **scurtare specifică**.

#### Deformația unghiulară

Se consideră un cub asupra căruia, pe două fețe, acționează forțe tăietoare. În figura 1.23, fețele pe care acționează aceste forțe sunt  $ABCD$  și  $A_1B_1C_1D_1$ . În urma acțiunii forțelor tăietoare, în aceste suprafețe iau naștere eforturi unitare tangențiale ( $t$ ), iar fața  $A_1B_1C_1D_1$  alunecă față de ea însăși, ajungând în poziția  $A'B'C'D'$ .

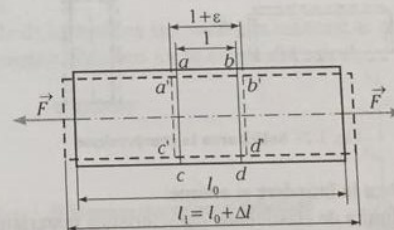


Fig. 1.22 Alungirea unei bare

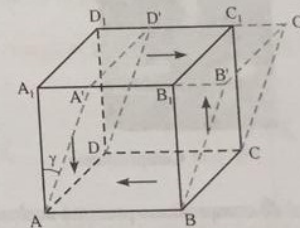


Fig. 1.23 Deformația unghiulară

Unecarea specifică este pozitivă dacă micșorează unghiul de  $90^\circ$ , ca în figura 1.23., sau negativă, dacă mărește unghiul de  $90^\circ$ .

#### Deplasarea

Atunci când asupra unui corp acționează forțe care îi produc deformații, majoritatea punctelor sale își schimbă poziția.

Drumul parcurs de un punct al corpului în procesul de deformare poartă denumirea de deplasare (de exemplu  $b, b'$  din fig. 1.24).

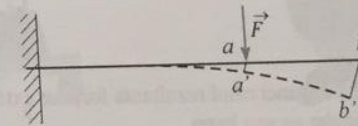


Fig. 1.24 Deplasarea capătului liber al unei bare încastrate

### 1.7.3. Întinderea și compresiunea

Cele două solicitări sunt studiate împreună, deoarece ele sunt determinate de același tip de forțe ce acționează axial asupra barelor. Diferența dintre cele două tipuri de solicitări constă doar în sensul de acțiune a forțelor.

Dacă asupra unei bare drepte se aplică forțe perpendiculare pe secțiune și paralele cu axa barei, forțe care tind să lungească bara, atunci apare solicitarea la întindere (fig. 1.25).

Dacă asupra unei bare drepte se aplică forțe perpendiculare pe secțiune și paralele cu axa barei, efectul acestor forțe fiind acela de a o scurta, atunci bara este solicitată la compresiune (fig. 1.26).

Convențional, se consideră pozitivă forța care întinde bara și negativă forța care comprimă bara. O bară este solicitată la compresiune atunci când forțele ce acționează asupra ei tind să o scurteze (fig. 1.27).

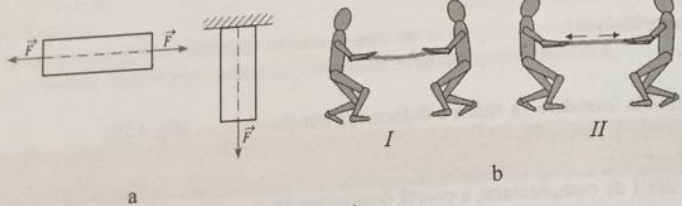


Fig. 1.25 Întinderea  
a – Reprezentarea solicitării de întindere; b – Situație practică.



Fig. 1.26 Compresiunea

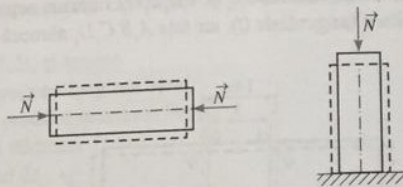


Fig. 1.27 Solicitarea la compresiune

Fenomenul de compresiune prezintă aceleași faze ca la întindere și anume:

- a) porțiunea de elasticitate, caracterizată de  $\sigma_e$  – limita de elasticitate, caracteristică materialului;
- b) porțiunea de scurtare accentuată și permanentă, însoțită de umflarea barei, deci mărirea secțiunii;
- c) porțiunea de plasticitate foarte mare, urmată de strivirea barei.

Diagrama solicitării la compresiune are aceeași formă ca și diagrama la întindere, adică limitele la elasticitate, plasticitate și curgere, precum și modulul de elasticitate sunt aceleași. Aceste valori sunt valabile, de exemplu, pentru oțel și lemn, considerate materiale elastice.

Fonta se comportă mai bine la compresiune, astfel că, în acest caz, limita de elasticitate la compresiune ( $\sigma_c$ ), este mai mare decât la întindere.

Ecuatiile stabilite pentru întindere rămân valabile, dar au semn schimbat.

### 1.7.4. Forfecarea

Solicitarea de forfecare se produce atunci când rezultanta forțelor exterioare se reduce la o forță conținută de planul de secțiune perpendicular pe axa barei.

Eforturile unitare care iau naștere în material, opuse forței tăietoare, sunt și ele cuprinse în planul secțiunii, deci sunt eforturi tangențiale măsurate în  $\text{daN/cm}^2$ .

Deformațiile care se produc la forfecare sunt deformații unghiulare.

Dacă asupra unei piese acționează două forțe paralele, de sensuri opuse și dispuse de o parte și de alta a materialului, distanța dintre direcții fiind practic nulă, se consideră că piesa este solicitată la forfecare.

Un aspect de notat este acela că, pe măsură ce solicitarea la forfecare înaintează, cu atât brațul forțelor crește (fig. 1.28). Dacă acesta nu depășește o anumită limită, fenomenul poate fi neglijat; în caz contrar, dacă brațul forțelor devine mare, depășind o anumită limită, nu se mai produce tăierea materialului, ci încovoierea lui, care poate duce la ruperea materialului.

Deoarece, constructiv, între lamele tăietoare există o distanță, în momentul tăierii apare între lame o deformație unghiulară (fig. 1.29).

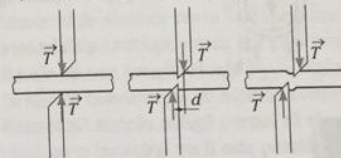


Fig. 1.28 Efectul forței tăietoare

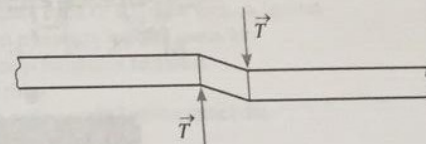


Fig. 1.29 Deformația unghiulară care apare sub acțiunea forțelor tăietoare

### 1.7.5. Încovoierea

O piesă este solicitată la încovoiere când forțele produc un cuplu situat în planul longitudinal al piesei, deci un moment încovoiător reprezentat printr-un vector situat în planul secțiunii transversale.

Piesele solicitate la încovoiere sunt în general piese lungi, pe care le vom considera bare. Barele solicitate la încovoiere (fig. 1.30) sunt în general grinzi, iar piesele de susținere se numesc *reazeme*. Ele au rolul de a împiedica anumite mișcări ale barelor care s-ar putea produce sub acțiunea sarcinilor exterioare.

Forțele de legătură ce iau naștere în reazeme se numesc *reațiuni* și sunt forțe exterioare ce acționează asupra grinzilor. Valoarea lor se obține din calcul.

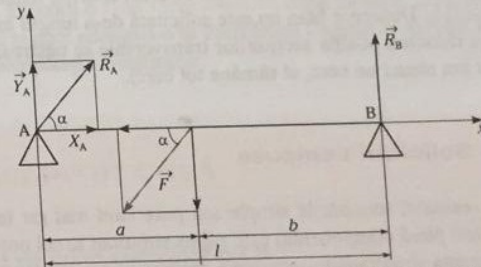


Fig. 1.30 Reprezentarea barei solicitată la încovoiere

În figura 1.31 sunt prezentate câteva exemple de acțiune a forțelor care produc încovoierea, iar în figura 1.32 efectele produse asupra corpurilor în aplicațiile industriale.

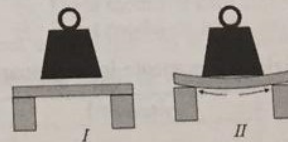


Fig. 1.31 Încovoierea



Fig. 1.32 Exemple de corpuri supuse la încovoiere și efectele solicitării asupra lor

### 1.7.6. Torsiunea

Răsucirea este produsă de forțe care nu întâlnesc axa barei și nici nu sunt paralele cu ea. Eforturile care produc răsucirea se numesc **momente de răsucire**, cu vectorul dirijat pe axa barei. Altfel spus, o bară circulară sau inelară este solicitată la răsucire pură dacă asupra ei acționează la extremități două cupluri, în sens contrar unul față de celălalt (fig. 1.33).

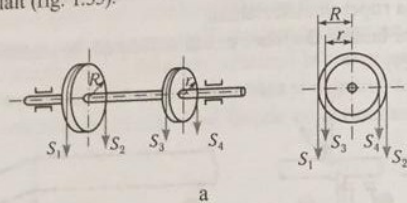


Fig. 1.33 Răsucirea barelor cu secțiune circulară  
a – schema răsucirii; b – arbore solicitat la răsucire.

După aplicarea cuplurilor, axa barei rămâne dreaptă, în timp ce secțiunile transversale se rotesc unele față de celelalte.

Rotirea secțiunilor este cu atât mai mare cu cât distanța dintre secțiuni crește.

Rotirea relativă a secțiunilor are ca efect apariția tensiunilor în secțiunile transversale, numite **tensiuni tangențiale**. Deoarece bara nu este solicitată de-a lungul axei, nu apar tensiuni normale.

La răsucire, poziția secțiunilor transversale se păstrează doar la barele cu secțiune circulară și inelară (oricât am răsuci un cerc, el rămâne tot cerc).

### 1.7.7. Solicitări compuse

În realitate, solicitările simple sau pure sunt mai rar întâlnite. De regulă, un organ de mașină (construcție sau piesă componentă) este supus simultan la cel puțin două solicitări simple.

Prezența simultană în secțiune a două sau a mai multor solicitări simple determină apariția solicitărilor compuse. Acestea pot fi:

- **Solicitări ce produc numai eforturi unitare axiale.** Este cazul în care asupra corpului acționează simultan forțe axiale și momente încovoietoare.
- **Solicitări care produc în secțiune numai eforturi unitare tangențiale.** Este cazul în care asupra corpului acționează forțe tăietoare și momente de răsucire.
- **Solicitări care produc în secțiune atât eforturi unitare normale, cât și eforturi unitare tangențiale.** Acestea sunt cazurile în care asupra corpului acționează forțe axiale sau momente încovoietoare și forțe tăietoare sau momente de răsucire.

Solicitările descrise intră în categoria **solicitărilor mecanice**.

Din cauza eforturilor pe care le dezvoltă, în tehnică se mai iau în calcul și alte tipuri de solicitări:

- **solicitări electrice și electrodinamice;**
- **solicitări termice.**

## TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE



### Noțiuni introductive

- 1 Răspundeți prin adevărat sau fals:
  - a. Materialele elastice revin la dimensiunile inițiale după ce acțiunea forței a încetat.
  - b. Materialele izotrope nu au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor.
  - c. Barele au axa longitudinală egală cu înălțimea și lungimea secțiunii.
  - d. Sarcinile concentrate au acțiune continuă în timp.
  - e. Reazemul simplu obligă corpul să rămână în permanență într-un punct dat.
  - f. Unui corp încastrat nu îi este permisă nici o mișcare.
- 2 Alegeți varianta de răspuns corectă:
  1. Materialele elastice sunt cele care:
    - a) revin numai la dimensiunile inițiale; b) au aceleași proprietăți mecanice în toată masa lor; c) revin la forma și dimensiunile inițiale după ce acțiunea forței a încetat; d) respectă legea lui Hooke.
  2. Materialele care nu se supun legii lui Hooke sunt:
    - a) oțelul pentru arcuri, cauciucul, fonta, cuprul; b) fonta, cauciucul, betonul; c) aluminiul, cauciucul, betonul; d) bronzul, cauciucul, fonta, betonul.
  3. Modificările formei și dimensiunilor unui corp aflat sub acțiunea forțelor exterioare, care dispar cu cauza care le-a produs, se numesc:
    - a) variații de formă; b) solicitări; c) deformații elastice; d) alungiri.
- 3 Întocmiți în laboratorul de Informatică al școlii o **Fișă recapitulativă** după modelul prezentat în continuare. Răspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în Portofoliul Organe de mașini. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă împropățați cunoștințele.

#### Organe de mașini

### FIȘĂ RECAPITULATIVĂ

Tema: **Noțiuni generale**

1. După modul de comportare sub acțiunea sarcinilor, materialele pot fi:
2. Clasificarea corpurilor din punctul de vedere al rezistenței materialelor:
3. Clasificarea sarcinilor
  - a) Din punctul de vedere al duratei de acțiune:
  - b) După modul în care acționează forțele:
  - c) După modul de lucru, sarcinile pot fi:
4. Reazeme, tipuri de reazeme:

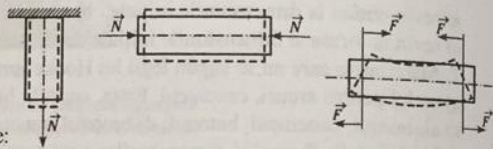
Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Caracterizare

5. Curba lui Hooke (reprezentare, zonele principale)



### Tipuri de solicitări simple

- 1 Răspundeți prin adevărat sau fals:
- Solicitările sunt acțiunile pe care forțele dinamice le produc asupra corpurilor.
  - Solicitările sunt acțiunile care au ca rezultat apariția deformațiilor.
  - Deformațiile elastice dispar o dată cu dispariția cauzei care le-a produs.
  - O bară solicitată la întindere va suferi o deformație numită alungire.
  - Întinderea și compresiunea sunt produse de același tip de forțe.
  - Piese solicitate la încovoiere sunt piese scurte.
- 2 Alegeți varianta corectă de răspuns:
- Compresiunea și forfecarea sunt produse de:
    - $N$  - forța axială și moment de torsiune;
    - forță axială și forță tăietoare;
    - moment încovoietor și forță tăietoare;
    - forță axială și moment încovoietor.
  - Barele prezentate în figura alăturată sunt solicitate, în ordine, la:
    - întindere, încovoiere și forfecare;
    - compresiune, răsucire, încovoiere;
    - întindere, compresiune, încovoiere;
    - forfecare, răsucire, încovoiere.
  - Forța care poate mări lungimea unei bare este:
    - forța care poate fi aplicată unei bare;
    - forța dinamică aplicată;
    - o forță de întindere;
    - forța statică.
  - Unitatea de măsură pentru eforturi unitare axiale, în SI (Sistemul Internațional) este:
    - kg/m;
    - daN/m;
    - N/m<sup>2</sup>;
    - kg/m<sup>2</sup>.



- 3 Întocmiți în laboratorul de Informatică al școlii o *Fișă recapitulativă* după modelul prezentat în continuare. Răspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în Portofoliul Organe de mașini. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă împrospătați cunoștințele.

#### Organe de mașini

### FIȘĂ RECAPITULATIVĂ

Tema: Solicitări statice simple

1. Tipuri de solicitări simple:

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Caracterizare

2. Deformații

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare

3. Solicitări compuse :

- Definire:
- Tipuri:

# TEMA

# 2

## STRUCTURA SISTEMELOR TEHNICE



### Definirea sistemului tehnic

- Mașinile
- Mecanismele
- Organele de mașini

### Condiții impuse organelor de mașini

### Standardizarea organelor de mașini

### Interschimbabilitatea organelor de mașini

## 2.1. Definirea sistemului tehnic. Mașină, mecanism, organ de mașină

Sistemele mecanice întâlnite în activitatea industrială prezintă diferite grade de complexitate și diferite roluri funcționale.

Din punctul de vedere al complexității, sistemele tehnice mecanice se împart în:

- mașini;
- mecanisme;
- organe de mașini.

1. **Mașinile** sunt sisteme tehnice formate din corpuri cu mișcări relative bine determinate, utilizate pentru transformarea unei anumite forme de energie în lucru mecanic sau transformarea unei forme de energie în altă energie. Mașinile se împart în:

- a) **mașini de lucru** care transformă energia în lucru mecanic util;
- b) **mașini de forță** care transformă energia dintr-o formă în alta.

2. **Mecanismele** sunt părți componente ale mașinilor, cu rol în transmiterea mișcării sau în transformarea unei mișcări în altă formă de mișcare.

3. **Organele de mașini** sunt piese componente ale unei mașini sau ale unui mecanism care au rol bine determinat, corespunzător scopului pentru care au fost create.

## 2.2. Clasificarea și rolul organelor de mașini

Organele de mașini se pot clasifica după **criteriul constructiv** și după **criteriul funcțional**.

Din punct de vedere constructiv, organele de mașini pot fi:

- a) **simple** – sunt executate dintr-o singură bucată: nituri, pene, șuruburi, arcuri, role;
- b) **compuse** – sunt formate din două sau mai multe elemente asamblate între ele, care au unitate funcțională, îndeplinind condiții constructive, de montaj sau de transport. Acestea sunt: lagăre, rulmenți, arcuri, cuplaje, biele, robineti etc.

Din punct de vedere funcțional, organele de mașini pot fi:

- a) organe de asamblare;
- b) organe pentru susținerea mișcării de rotație;
- c) organe pentru transmiterea mișcării de rotație;
- d) organe pentru conducerea și comanda circulației fluidelor.

Din punctul de vedere al **mișcării** pe care organele de mașini o au, ele pot fi:

- a) organe de mașini pasive – se află în permanență în repaus, necontribuind la transmiterea sau transformarea mișcării. Pot fi elemente de asamblare și susținere: știfturi, pene, șuruburi de fixare ș.a.;
- b) organe de mașini active – au rolul de transmitere și transformare a mișcării (șuruburi de mișcare, roți dințate, roți de curea etc.).

## 2.3. Condiții impuse organelor de mașini

Organele de mașini, pentru a corespunde scopului și pentru a îndeplini cât mai fidel cerințele pentru care au fost create, trebuie să îndeplinească mai multe condiții, grupate sub genericul **condiții de calitate**. Calitatea conferă produselor valoare și competitivitate; de aceea și organele de mașini trebuie să corespundă unor condiții impuse. Acestea sunt prezentate în tabelul 2.1.

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Condiția	Definire
1	Constructiv	Siguranță în exploatare	Dacă un organ de mașină se uzează sau se rupe, el nu va periclita funcționarea celorlalte organe de mașini.
		Executabil tehnologic	Să se fabrice și să se monteze ușor.
		Fiabilitate	Să funcționeze conform destinației pentru care au fost concepute și să respecte condițiile de utilizare cât mai mult timp.
		Mentenabilitatea	Capacitatea organului de mașină de a fi repus în stare de funcționare într-un interval de timp cât mai scurt.
		Durabilitatea	Condiție legată de timpul scurs până la deteriorarea organului de mașină sau a suprafețelor sale de lucru. Durabilitatea organului de mașină este, de regulă, limitată în timp și este legată de păstrarea performanțelor tehnice.
		Rezistența la acțiunea mediului	Factorii de mediu ce acționează asupra organelor de mașini sunt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• umiditatea;</li> <li>• temperatura;</li> <li>• praful;</li> <li>• șocurile, vibrațiile și ciocnirile.</li> </ul>
2	Funcțional	Funcționare sigură și fără variații de caracteristică	
		Simple, sigure și comode	
		Funcționarea fără zgomot	
		Funcționarea regulată și fără vibrații	
3	Economic	Cheltuieli cât mai scăzute de fabricație	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alegerea materialelor corespunzătoare, evitându-se folosirea materialelor scumpe și greu de procurat;</li> <li>• alegerea rațională a dimensiunilor, a coeficienților de siguranță, precum și a valorilor admisibile pentru eforturi unitare și deformații;</li> <li>• masa proprie (gabaritul redus, precum și adaosurile mici duc la scăderea costului în aceeași măsură cu utilizarea elementelor standardizate sau tipizate).</li> </ul>
		Cheltuielile de exploatare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• timpul de atingere a regimului optim;</li> <li>• consumul de energie și de materiale auxiliare.</li> </ul>
4	Tehnologic	Tehnologie adecvată	Să necesite o tehnologie adecvată numărului de bucăți, iar acolo unde numărul pieselor fabricate este mare, să fie posibil de aplicat mecanizarea și automatizarea proceselor tehnologice.
		Consum mic de energie	Să aibă consum mic de energie, consum de muncă mic și un număr redus de probe și încercări.
		Întreținere și montare ușoară	
5	Estetic	Aspect	Aspectul formei constructive, aspectul îngrijit al suprafețelor, modul de vopsire.

## 2.4. Standardizarea organelor de mașini

Prin *standardizare* se înțelege stabilirea și aplicarea unor norme care reglementează calitatea, caracteristicile sau forma unui produs; aceste norme se numesc *standarde*. Standardizarea este un mijloc important pentru creșterea producției, a preciziei produselor și a calității acestora.

**Standardizarea** este o activitate tehnico-științifică organizată, desfășurată în scopul sistematizării situațiilor repetabile, a convențiilor de reprezentare, a metodelor optime pentru calcul, a proiectării formei și dimensiunilor, pentru sistematizarea exploatării, întreținerii, reparării și controlului de calitate. În anumite condiții, ea poate fi numită *normalizare*.

În România, standardizarea se realizează sub autoritatea statului, ceea ce face ca respectarea prevederilor standardelor să fie o obligație legală. Elaborarea standardelor este realizată de toți factorii interesați în domeniul respectiv. Standardizarea se poate realiza:

a) la nivel internațional, prin ISO (International Standard Organization) – care elaborează norme valabile la nivel internațional – la care este afiliată și România;

b) la nivel național – prin norme valabile în activitatea dintr-o anumită țară.

Standardizarea națională din diferite țări este simbolizată astfel:

România - STAS; Anglia - BS; Franța - AFNOR; Italia - UNI; Japonia - JIS; Germania - DIN; S.U.A. - AISI, SAE; Rusia - GOST.

c) la nivele inferioare celui național, de ramură industrială sau grupe de întreprinderi, când poartă denumirea de *normalizare*.

## 2.5. Interschimbabilitatea organelor de mașini

Interschimbabilitatea este reprezentată de însușirile calitative ale pieselor de a fi schimbate prin asamblare cu oricare din piesele altei mașini, respectând în totalitate condițiile funcționale ale sistemului tehnic ale cărui părți componente sunt.

Interschimbabilitatea este asigurată atunci când sunt îndeplinite condițiile următoare:

- toleranțele sunt bine stabilite;
- sunt utilizate tehnologii și utilaje cu precizie ridicată pentru realizarea pieselor și a ansamblurilor interschimbabile;

- forma constructivă și materialele alese respectă condițiile standard;

- asigurarea stocului de piese interschimbabile este făcută cu regularitate.

În construcția de mașini și aparate se pune problema ca diferitele organe de mașini și piese să fie astfel dimensionate, ca valoare și abateri limită, încât atunci când aceste piese sunt executate în limitele prescrise, oricând și oriunde, ele să se poată asambla; asamblarea să se poată realiza cu piesele luate la întâmplare și fără ajustări, iar ansamblul să funcționeze în bune condiții. Piesele și organele de mașini care au această proprietate se numesc *interschimbabile*.

Problema interschimbabilității se pune nu numai în cazul organelor de mașini sau pieselor izolate, ci și la materii prime, semifabricate, ansambluri întregi (de exemplu, motoare electrice care trebuie să se monteze la diferite mașini și instalații; rulmenți care trebuie să se monteze în locurile prevăzute special ș.a.). În general, mai toate produsele trebuie să fie interschimbabile, să respecte dimensiuni standardizate (exemplu: becurile electrice trebuie să se înșurubeze în orice dulie de dimensiuni corespunzătoare; cheile fixe mecanice trebuie să se potrivească la piulițele respective ș.a.).

Interschimbabilitatea poate fi realizată prin fixarea, de la început, a limitelor dimensiunilor liniare și unghiulare cu ajutorul toleranțelor.

În scopul asigurării interschimbabilității diferitelor organe de mașini, piese și ansambluri, a fost necesar să se standardizeze întâi sistemul de toleranțe și ajustaje (o grupare de câmpuri de toleranță cu poziții bine stabilite, alcătuite pe baza unor considerente teoretice și practice și clasificate la nivel național sau

internațional). În acest sens s-a limitat domeniul dimensiunilor nominale ale diferitelor organe de mașini, piese și ansambluri la un număr cât mai restrâns posibil și, corespunzător, a fost restrâns numărul de abateri limită ce pot fi prescrise dimensiunilor nominale.

Aceasta conduce la limitarea numărului de scule de prelucrare și mijloace de măsurare, cu influență benefică asupra costurilor. De asemenea, este posibilă standardizarea sculelor, dispozitivelor, calibrelor etc., ceea ce permite restrângerea de tipuri și dimensiuni ale acestora și face posibilă execuția lor în întreprinderi specializate.

## TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE



### Structura sistemelor tehnice

1 Alegeți varianta corectă de răspuns:

- Părțile componente ale mașinilor cu rol în transmiterea mișcării sau în transformarea unei mișcări în altă formă de mișcare se numesc:
  - organe de mașini active; b) mașini; c) mecanisme; d) organe de mașini.
- Condiția impusă organelor de mașini de a funcționa conform destinației pentru care au fost concepute cât mai mult timp, respectând condițiile de utilizare se numește:
  - menținabilitate; b) fiabilitate; c) standardizare; d) durabilitate.
- Însușirea calitativă a pieselor de a fi schimbate prin asamblare cu oricare dintre piesele altei mașini, respectând condițiile funcționale ale sistemului tehnic, se numește:
  - toleranță; b) interschimbabilitate; c) standardizare; d) menținabilitate.
- Capacitatea unui organ de mașină de a fi repus în stare de funcționare într-un interval de timp cât mai scurt poartă numele de:
  - durabilitate; b) menținabilitate; c) fiabilitate; d) interschimbabilitate.
- Păstrarea performanțelor tehnice ale unui organ de mașină în timp se numește:
  - menținabilitate; b) rezistență la acțiunea mediului; c) durabilitate; d) fiabilitate.
- Activitatea tehnico-științifică, desfășurată în scopul sistematizării situațiilor repetabile, a condițiilor de reprezentare, a modelelor optime de calcul a proiectării formei și dimensiunilor pentru sistematizarea exploatării, se numește:
  - standardizare; b) normalizare; c) rezistență la acțiunea mediului; d) interschimbabilitate.

2 Apreciați cu adevărat (A) sau fals (F) următoarele enunțuri:

Nr.crt	Enunț	A	F
1	Mașinile sunt utilizate pentru transformarea unei anumite forme de energie în lucru mecanic sau transformarea unei forme de energie în altă energie.		
2	Organele de mașini sunt piese componente numai ale unui mecanism.		
3	Organele de mașini active transmit sau transformă mișcarea.		
4	Fiabilitatea este proprietatea de a îndeplini cerințele pentru care au fost proiectate și fabricate piesele.		
5	Durabilitatea este legată de păstrarea performanțelor tehnice.		
6	Standardizarea este o activitate desfășurată în scopul sistematizării situațiilor repetabile apărute în construcția organelor de mașini.		
7	Standardizarea la nivel de ramură industrială se numește normalizare.		
8	Interschimbabilitatea este reprezentată de însușirile calitative ale pieselor de a fi schimbate prin asamblare cu oricare din piesele altei mașini.		

3 Întocmiți în laboratorul de Informatică al școlii o *Fișă recapitulativă* după modelul prezentat în continuare. Răspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în Portofoliul Organe de mașini. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă împrăpătați cunoștințele.

Organe de mașini

**FIȘĂ RECAPITULATIVĂ**

**Tema: Structura sistemelor tehnice**

1. Definiți sistemul tehnic.
2. Definiți componentele sistemelor tehnice după complexitate:
  - a) mașini;
  - b) mecanisme;
  - c) organe de mașini.
3. Clasificați sistemele tehnice:
  - a) Din punct de vedere constructiv;
  - b) Din punct de vedere funcțional;
  - c) Din punctul de vedere al mișcării efectuate.
4. Enumerați condițiile impuse organelor de mașini:

Nr.crt.	Condiția	Caracterizarea condiției
<b>Criteriul de clasificare</b>		
1.		
2.		

5. Standardizarea organelor de mașini.
6. Interschimbabilitatea organelor de mașini.

**TEMA**  
**3**

**ORGANE DE MAȘINI SIMPLE**



**Asamblări nedemontabile**

- Asamblări prin nituire
- Asamblări prin sudare
- Asamblări prin lipire

**Asamblări demontabile**

- Asamblări prin filet
- Asamblări prin pene
- Asamblări prin caneluri
- Asamblări prin arcuri
- Asamblări prin presare

Asamblarea mecanică este reprezentată de legătura realizată între două sau mai multe piese în scopul creării unui ansamblu sau a unei blocări.

În cazul asamblărilor nedemontabile, piesele nu mai au posibilitatea mișcării relative unele în raport cu altele.

Asamblările nedemontabile pot fi:

- 1) asamblări directe;
- 2) asamblări indirecte.

Asamblările directe realizează direct legătura între piesele componente. Aceste asamblări pot fi realizate prin sudare, poansonare, ștemuire, îndoire, crestare, strângere.

Asamblările indirecte realizează legătura între elementele componente, prin intermediul unor piese sau substanțe. Printre acestea enumerăm: asamblările prin sudură, asamblările prin nituire, asamblările prin lipire.

### 3.1. Asamblări nedemontabile

#### 3.1.1. Asamblări prin nituire

##### Caracterizare generală

Până când sudura a început să fie folosită, nituirea reprezenta singura modalitate de asamblare folosită la construcția de poduri, cazane, vapoare, construcții metalice.

Deși aria ei de utilizare s-a restrâns considerabil, sunt încă domenii în care această metodă de asamblare rămâne una care prezintă avantaje certe din punct de vedere tehnologic sau economic.

Nituirea se aplică la materialele greu sudabile sau în cazul în care nu este permisă încălzirea materialului.

*Nitul* este organul de mașină folosit la asamblarea nedemontabilă a două sau a mai multor piese - table, profiluri, piese de formă plată.

Pentru desfacerea legăturii realizate se distruge nitul cu dalta sau folosind flacăra oxiacetilenică.

Nitul (fig. 3.1) este format din:

- tijă cilindrică;
- un cap format din fabricație;
- un cap format în timpul nituirii.

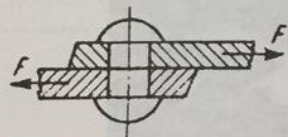


Fig. 3.1 Nitul

Pentru a putea fi realizată nituirea, tija nitului este construită mai lungă decât grosimea totală a tablelor ce urmează a fi asamblate, pentru ca prin batere să se realizeze al doilea cap al nituirii.

Niturile se realizează din materiale diverse, în funcție de materialele ce trebuie asamblate și de forțele la care va fi solicitat ansamblul. Pentru confecționarea niturilor pot fi folosite: oțelul carbon obișnuit OL 34; OL 37; alama Am 63; cupru Cu 5; aluminiul Al 99,5 etc.

Caracteristicile principale pe care trebuie să le îndeplinească materialele pentru confecționarea niturilor sunt rezistența suficient de mare la rupere și o plasticitate bună.

În industria chimică, aviație sau mecanică fină se folosesc pentru nituire o serie de aliaje ușoare având caracteristici speciale, cum sunt: anticorodal, avional, aluman, ergol.

#### 3.1.2. Clasificarea niturilor

Clasificarea niturilor se face după materialul din care sunt confecționate, după forma nitului și după destinația nitului.

Din punctul de vedere al materialului din care sunt confecționate, avem: nituri de oțel; nituri de cupru; nituri de aluminiu; nituri din aliaje ușoare (anticorodal, avional, aluman, ergol).

După rolul funcțional, niturile pot fi: nituri de rezistență; nituri de etanșare; nituri de rezistență-etanșare. Din punctul de vedere al formei, niturile se caracterizează atât prin forma capetelor de nit provenite din fabricație cât și prin diametrul tijei. Atât forma cât și dimensiunile sunt standardizate. Din punctul de vedere al solicitării și al condițiilor de rezistență, dimensiunile capătului nitului sunt condiționate de mărimea diametrului tijei și de aceea, prin standarde, dimensiunile sunt stabilite în funcție de diametrul tijei.

#### Tipuri de nituri

Tabelul 3.1

Nr.crt.	Denumire	Reprezentare	Descriere
1	Nit cu cap semirotund, formatul capului mare		Sunt nituri de rezistență și etanșare. Dimensiunile standardizate sunt date de relațiile: $D = 1,8 d$ ; $h = 0,7 d$ $r = 0,1 d$ $R =$ raza sferei calotei
2	Nit cu cap semirotund, formatul capului mic		Sunt nituri de rezistență. Dimensiunile standard sunt: $D = 1,5 d$ ; $h = 0,4 - 0,5 d$ $r = 0,05 d$
3	Nit cu cap semiînecat		Sunt nituri de rezistență și etanșare. Dimensiunile standard sunt: $D = 1,5 d$ ; $h = 0,4 d$ ; $h_1 = 0,2 d$
4	Nit cu cap semiînecat pentru tinichigerie		Sunt nituri de rezistență.
5	Nit cu cap tronconic		Sunt nituri de rezistență și etanșare, folosite în special în construcții de rezervoare pentru fluide. Dimensiunile standardizate sunt: $D = 1,7 d$ ; $D_1 = 1,1 d$ ; $h = 0,7 d$ ; $r = 0,1 d$
6	Nit cu cap tronconic și semiînecat		Sunt nituri de rezistență și etanșare. Calculul dimensiunilor se face cu relațiile: $D = 1,7 d$ ; $D_1 = 1,1 d$ ; $h = 0,7 d$ $r = 0,1 d$
7	Nit cu cap înecat		Sunt nituri de rezistență și de rezistență-etanșare, folosite în construcții metalice la care se cere o suprafață cât mai netedă. Calculul dimensiunilor se face cu relațiile: $D = 1,5 d$ ; $h = 0,4 d$
8	Nit cu cap plat		Sunt folosite ca nituri de rezistență.

### 3.1.3. Clasificarea niturilor

Clasificarea niturilor se poate face după mai multe criterii, și anume:

#### 1. După forma așezării niturilor:

a) nituire prin suprapunere (fig. 3.2), care poate fi: nituire simplă (fig. 3.2, a); nituire dublă (fig. 3.2, b); nituire multiplă.

b) nituire prin eclise (fig. 3.3): nituire cu o singură eclisă (fig. 3.3, a); nituire cu două eclise (fig. 3.3, b). Aceste nituiri pot fi cu două sau mai multe rânduri.

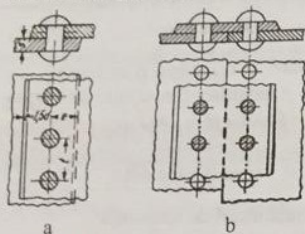


Fig. 3.2 Nituri prin suprapunere

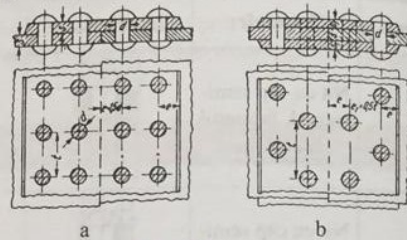


Fig. 3.3 Nituri cu eclise

#### 2. După scopul nituirii pot fi:

a) nituiri de rezistență - pentru eforturi mari; nituiri de etanșare - pentru a împiedica lichidele să treacă prin legătura realizată;

b) nituirea de etanșare poate fi îmbunătățită prin operații de ștemuire, chituire etc.;

c) nituire de rezistență și etanșare - realizată la cazane, rezervoare care lucrează sub presiune. Metoda este utilizată foarte rar astăzi.

#### 3. După modul execuției, nituirea se poate face la rece sau la cald.

Nituirea la rece se realizează în cazul niturilor cu diametrul de până la 8-10 mm; nituirea la cald se realizează pentru nituri cu un diametru ce depășește 10 mm.

Pentru nituirea la cald se folosește o forjă sau încălzirea electrică până la temperatura de 1100°C, la roșu.

4. După forța necesară nituirii, aceasta poate fi manuală și mecanizată. Pentru nituirea mecanizată se folosesc mașini pneumatice, hidraulice sau mașini speciale de nituit.

## 3.2. Asamblări prin sudare

Asamblarea prin sudare realizează îmbinări nedemontabile pentru piese metalice, folosind încălzirea locală, presiunea, șocul, cu sau fără materiale de adaos. Prin procedeul de sudare se realizează o legătură atomică între piesele asamblate sau între piesele asamblate și materialul de adaos.

Avantajele construcțiilor sudate sunt următoarele:

• economie de materiale și manoperă în raport cu construcțiile nituite, ceea ce duce la preț mai scăzut și greutate mai mică;

- se pot realiza piese cu complexitate și rezistență crescută;
- crește productivitatea muncii;
- operațiile de sudare pot fi mecanizate și automatizate;
- crește etanșeitățile și siguranța în exploatarea construcțiilor realizate;
- este eliminat zgomotul produs la operația de îmbinare prin nituire.

Dezavantajele asamblărilor sudate sunt:

- la sudarea în condiții speciale operația poate fi scumpă;
- la forme complicate necesită dispozitive speciale de poziționare;

- este dificilă detectarea defectelor sudurii;
- necesită aparatură complicată pentru control și personal calificat;
- îmbinările sudate prezintă sensibilitate crescută la solicitări variabile.

### 3.2.1. Elemente ale asamblărilor sudate

**Sudura** este rezultatul sudării și este formată din materialele de bază ale piesei și materialul de adaos ce formează legătura dintre piese. Ea se poate realiza direct sau indirect.

**Sudura directă** se realizează fără material de adaos, direct între piesele sudate. Operația se realizează prin încălzire locală și presiune.

**Sudura indirectă** se realizează cu material de adaos similar cu al pieselor asamblate. Operația se realizează prin încălzirea locală a pieselor de îmbinat și topirea materialului de adaos.

**Cordonul de sudură**, numit și **cusătură**, este realizat prin topirea materialului de adaos și, parțial, a materialului piesei.

**Băia de sudură** este topitura ce apare în procesul de sudare.

**Materialul de bază** este materialul din care sunt realizate piesele ce trebuie îmbinate.

**Sudabilitatea** este capacitatea materialului de a se suda în bune condiții fără defecte, folosind un procedeu tehnologic cunoscut. Din punctul de vedere al sudabilității, materialele pot fi:

- perfect sudabile;
- satisfăcător sudabile;
- limitat sudabile;
- rău sudabile.

La oțeluri, sudabilitatea scade o dată cu creșterea conținutului de carbon. Oțelurile carbon sunt perfect sudabile prin toate procedeele cunoscute.

### 3.2.2. Tipuri de suduri

Din punctul de vedere al **procedurii tehnologice** și al sursei de încălzire, sudurile se clasifică în:

#### 1. Sudare prin presiune

- cu gaze;
- electrică.

##### a) cap la cap:

- prin refluxare;
- cu scântei;

##### b) cu margini suprapuse:

- prin puncte;
- în linie.

#### 2. Sudare prin topire

- cu gaz;
- cu arc electric;
- prin turnare.

Din punctul de vedere al **scopului** pentru care este realizată sudura, există clasificarea:

- sudură de rezistență - pentru organe de mașini care preiau eforturi mari;
- sudură de etanșitate - nu permite trecerea fluidelor prin îmbinare;
- sudură de încărcare - pentru recondiționarea organelor de mașini prin aducerea la dimensiuni normale;
- sudură specială - pentru organe de mașini supuse la solicitări dinamice sau șocuri.

După **forma secțiunii transversale**, sudurile se clasifică după cum este arătat în tabelul 3.2.

Nr.crt	Denumirea sudurii	Reprezentare
1	Sudură cap la cap	
2	Sudură de colț	
3	Sudură pe muchie	
4	Sudură în cruce	
5	Sudură în găuri rotunde sau alungite	

După forma suprafeței materialului de adaos, sudurile se clasifică în: *plane, concave, convexe* (fig. 3.4).

După *poziția cusăturii sudate*, sudurile se împart în:

- sudură orizontală pe tablă orizontală (fig. 3.5, a);
- sudură orizontală pe tablă verticală (fig. 3.5, b);
- sudură verticală pe tablă verticală (fig. 3.5, c);
- sudură orizontală pe table verticale (fig. 3.5, d);
- sudură peste cap (fig. 3.5, e).

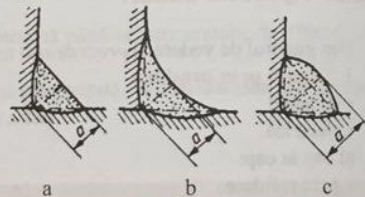


Fig. 3.4 Suduri

a – sudură plană; b – sudură concavă; c – sudură convexă.

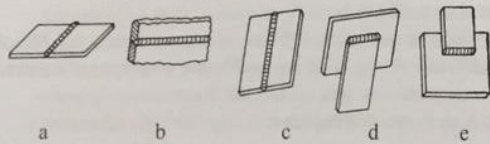


Fig. 3.5 Suduri

a – sudură orizontală pe tablă orizontală; b – sudură orizontală pe tablă verticală; c – sudură verticală pe tablă verticală; d – sudură orizontală pe table verticale; e – sudură peste cap.

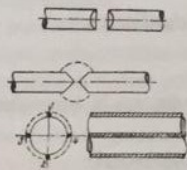


Fig. 3.6 Sudarea barelor cilindrice  
1, 2, 3, 4 – generatoare sudate.

Sudurile pentru table se aplică și altor organe de mașini cu menținerea că zona de sudat se asimilează cu o tablă. Pentru sudarea barelor cilindrice, capetele se teşesc în „X” (fig. 3.6).

### 3.2.3. Deformații și tensiuni remanente din asamblări sudate

#### Cauzele deformațiilor și tensiunilor remanente

Tensiunile remanente în piesele sudate apar datorită variațiilor de temperatură din timpul operației de sudare.

În cazul încălzirii și răcirii uniforme în tot corpul piesei, dacă dilatarea și contracția piesei sunt libere, atunci modificările sunt reversibile – condiții ce nu sunt îndeplinite în realitate.

În timpul operației de sudare, încălzirea locală depășește limita de elasticitate a materialului, deci trecând în domeniul plastic, după răcire vor exista deformații și tensiuni remanente.

La table subțiri, tensiunile în plan perpendicular ce apar în table după răcire pot fi neglijate, dar rămân tensiunile în lungul cusăturii și perpendiculare pe cusătură în planul tablelor. Dacă aceste tensiuni nu sunt provocate de o încărcare exterioară, ele rămân în echilibru.

Valoarea tensiunilor remanente depinde de:

- procedeul de sudare;
- regimul de sudare;
- calitatea materialului;
- forma pieselor sudate;
- dimensiunile pieselor sudate;
- rigiditatea ansamblului și a construcției în totalitate.

#### Metode de evitare a deformațiilor și a tensiunilor remanente

- respectarea cu strictețe a succesiunii operațiilor de executare a cusăturii;
- azezarea corectă a pieselor care se sudează (se recomandă ca în timpul încălzirii, dar și al răcirii, deplasarea pieselor să se facă liber pentru a se respecta forma piesei și planitatea acesteia);
- deformarea pieselor în sens opus – pentru a reveni la forma inițială, piesele primesc o deformație inițială, de sens contrar, realizată pe cale mecanică sau prin încălzire cu flacăra;
- fixarea rigidă a pieselor care se sudează – se folosesc dispozitive ce împiedică deformațiile, mai ales la sudarea pieselor fabricate în serie. În acest caz piesele își păstrează forma, dar rămân cu tensiuni ce trebuie îndepărtate prin diferite procedee;
- preîncălzirea pieselor – are ca scop reducerea tensiunilor ce pot apărea în urma sudării. Stabilirea temperaturii de preîncălzire se face în funcție de conținutul de carbon al oțelului;
- detensionarea pieselor – se aplică pieselor cu grosimi mari și se realizează prin încălzirea lor până la temperatura de 600 ° – 650 °C, cu o viteză de 5000 °C/h și menținere la această temperatură timp de 2 minute pentru fiecare milimetru grosime de tablă.

### 3.3. Asamblări prin lipire

Lipirea este un procedeu de asamblare nedemontabilă realizată la piese metalice cu material de adaos în stare fluidă. Materialul de adaos se numește *aliaj de lipit*, iar temperatura de topire a aliajului este cu minimum 50 °C mai mică decât temperatura de topire a pieselor asamblate.

Lipirea se datorează fenomenului de difuziune a particulelor aliajului în materialul pieselor de lipit și fenomenului de aliere de suprafață în zona de lipire.

Caracteristici ale asamblării prin lipire sunt:

- se realizează totdeauna cu material de adaos;
  - compoziția materialului de adaos diferă de materialul care se lipește;
  - încălzirea pieselor se face la temperatura de topire a aliajului de lipit, deci mai mică decât temperatura lor de topire;
  - nu apar tensiuni termice în piese;
  - nu apar deformații datorate încălzirii și răcirii pieselor.
- Avantaje ale asamblării prin lipire:
- nu apar fisuri și concentratori de tensiune;
  - datorită temperaturilor joase, nu apar tensiuni termice și nici tensiuni remanente la asamblare;
  - se pot asambla table și sârme subțiri, fără a exista pericolul arderii acestora;

- toate metalele se pot lipi, cu excepția magneziului, care nu se lipește cu aluminiul;
- prin această metodă de asamblare se obțin piese curate, cu aspect frumos și care își mențin forma și dimensiunile, precum și precizia dimensionării;
- nu necesită personal cu înaltă calificare.

**Dezavantaje** ale asamblării prin lipire:

- rezistența asamblării este mică, deoarece sarcinile sunt preluate de straturile de aliaj de lipire;
- culoarea aliajului de lipit diferă de cea a pieselor de bază;
- are slabă rezistență la coroziune.

**Tipuri de asamblări prin lipire**

În funcție de rezistența mecanică și temperatura de topire a aliajului de lipit, asamblările prin lipire se împart în:

**Lipituri moi**

Sunt lipituri care suportă solicitări mici și lucrează bine la temperaturi sub 300° C. Asamblările prin lipire se folosesc în combinație cu nituri, bolțuri, suduri sau fălțuiri, pentru creșterea rezistenței.

Se utilizează la asamblări de etanșare și pentru conductori electrici sau la circuite imprimate.

Lipirea se realizează cu aliaje de lipit care conțin Sn – Pb, și cu adaosuri de Sb cu punctul de topire cuprins între 1830 °C – 325 °C și Ag – Pb – Sn cu punctul de topire cuprins între 235 °C – 310 °C.

Îndepărtarea oxizilor și prevenirea formării oxizilor se realizează cu ajutorul fluxurilor pentru lipit. Acestea sunt compuși chimici întâlniți în următoarele variante:

- compuși organici – *colojoniu, sacăz și stearină*;
- compuși anorganici – *acid clorhidric, clorură de zinc, clorură de amoniu (tipirig)*.

Asamblările prin lipire pot fi realizate:

- *cap la cap* – sunt evitate de obicei, datorită rezistenței scăzute a aliajului de lipit;
- *prin suprapunere* – suprafața de suprapunere este limitată de nepătrunderea aliajului între cele două suprafețe – lungimea de suprapunere este  $l = (4 \dots 6) s$ , unde  $s$  – grosimea materialului (cel mai subțire).

În figura 3.7. sunt prezentate câteva soluții constructive pentru lipituri moi.

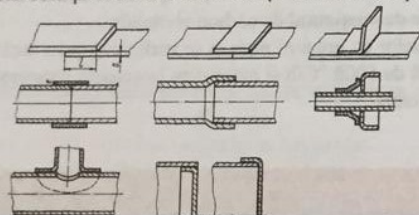


Fig. 3.7 Soluții constructive pentru lipituri moi

### Caracteristici ale lipirilor moi pentru câteva materiale reprezentative

**Aluminiul** se lipește în condiții mai grele și numai în situația în care piesa este realizată din aluminiu foarte pur sau din aliaje ce conțin 1% mangan, 1% magneziu sau 5% siliciu. Aluminiul turnat sau forjat nu se poate lipi. Înainte de lipire, suprafețele pieselor din aluminiu se vor curăța prin una dintre următoarele metode:

- *mechanic* – cu peria din fibre de sticlă sau din oțel inoxidabil;
- *ultrasonic*;
- *chimic*.

**Magneziul** se lipește mai rar și atunci se folosesc aliaje ce conțin 60% Cd, 30% Zn și 10% Sn.

**Aliajele de cupru** se lipește sub straturi de flux, iar după lipire se aplică un tratament de recoacere timp de 30 de minute – o oră.

**Oțelul** se assemblează mai greu prin lipire și numai după ce suprafețele au fost bine curățate mecanic și chimic.

**Lipituri tari**

Cu ajutorul lipiturilor tari se pot obține asamblări cu cost redus, care au rezistențe mecanice mari până la 1200 MPa și temperaturi cuprinse între 196°C și 400° C.

Aceste lipituri se folosesc la lipirea plăcuțelor dure pentru sculele așchietoare, în electronică, tehnica nucleară, industria alimentară sau instalațiile frigorifice.

Aliajele folosite pentru lipituri tari sunt: Al-Si, Cu-Pb; Ni, Cu-Zn precum și metalele prețioase.

Fluxurile folosite la lipiturile tari sunt: borați, fluorborați, clorați de sodiu, potasiu, litiu, acid boric, borax.

Pentru realizarea lipiturilor tari, piesele se fixează înainte cu cleme, puncte de sudură, nituri, fălțuri sau sârme.

Deoarece rezistența pieselor obținute prin asamblări lipite depinde de varianta de asamblare aleasă, de cele mai multe ori lipiturile se realizează prin suprapunere. În figura 3.8 sunt prezentate câteva asamblări prin lipire.

Semnificațiile notațiilor din fig. 3.8 sunt următoarele:

- a – asamblări prin lipire ale pieselor din tablă;
- b – asamblări prin lipire ale pieselor din tablă ștanțată;
- c – asamblări prin lipire ale pieselor cilindrice și tubulare.

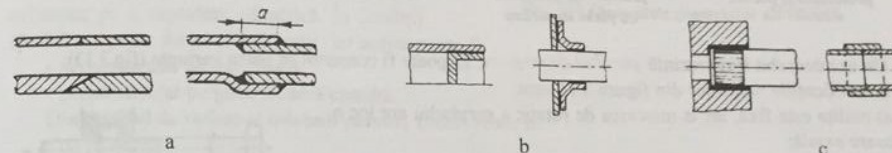


Fig. 3.8 Soluții constructive pentru lipire

## 3.4. Asamblări demontabile

Sunt asamblările care permit montarea și demontarea repetată a îmbinării, fără distrugerea părților componente. Aceste asamblări prezintă dezavantajul autodesfacerii sub acțiunea șocurilor sau a vibrațiilor, cu efect negativ asupra funcționării mecanismelor. De aceea, se concep metode și mijloace pentru asigurarea împotriva desfacerii ansamblului.

Asamblările demontabile se clasifică în următoarele grupe:

- asamblări filetate;
- asamblări cu pene;
- asamblări cu știfturi;
- asamblări canelate;
- asamblări prin strângere;
- asamblări elastice.

### 3.4.1. Asamblări prin filet

Acest tip de asamblări demontabile permite montarea și demontarea cu ușurință și prezintă avantajul dezvoltării unor forțe de strângere mari, aplicând forțe relativ mici.

O asamblare filetată este formată din:

- șurub – piesa cuprinsă, filetată la exterior;
- piulița – piesa cuprinzătoare, filetată la interior.

Elementul principal al piesei filetate este *filetul*. El este o nervură elicoidală pe o suprafață de revoluție la exterior, pentru șurub, sau la interior, pentru piuliță.

**Clasificare**

După *rolul funcțional*, șuruburile pot fi:

- șuruburi de fixare sau de strângere;
- șuruburi de etanșare;
- șuruburi pentru transmiterea mișcării;
- șuruburi de reglare;
- șuruburi de măsurare.

Din punct de vedere *constructiv*, șuruburile pot fi:

- șurub cu cap preformat și piuliță (fig. 3.9);
- șurub la care piulița este înlocuită cu piesa de strâns prezon simplu (fig. 3.10);
- șurub la care capul șurubului este înlocuit cu piulița, iar piulița cu piesa de strâns – prezon simplu (fig. 3.11);
- șurub la care capul șurubului este înlocuit cu piulița – prezon cu două piulițe (fig. 3.12);

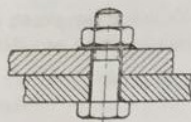


Fig. 3.9 Șurub cu cap preformat și piuliță

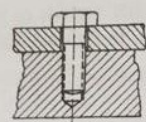


Fig. 3.10 Șurub la care piulița este înlocuită cu piesa de strâns

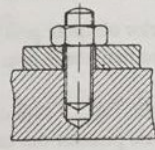


Fig. 3.11 Prezon simplu

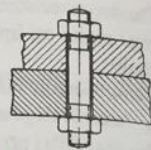


Fig. 3.12 Prezon cu două piulițe

Un caz deosebit îl reprezintă *șurubul de mișcare*. El poate fi construit în patru variante (fig.3.13):

Semnificațiile notațiilor din figura 3.13 sunt:

- piulița este fixă, iar la mișcarea de rotație a șurubului are loc o deplasare axială;
- șurubul este fix, iar piulița se deplasează odată cu rotația ei;
- piulița se rotește, având loc în același timp o deplasare a șurubului;
- șurubul execută numai o mișcare de rotație fără o deplasare axială și piulița are o mișcare de translație.

În practică, șurubul este folosit ca element de transmitere a mișcării la următoarele mecanisme:

- cricul de ridicat;
- presa cu șurub;
- menghina;
- mecanisme de deplasare la mașini unelte și de măsurare.

**Elementele filetului**

Filetul este caracteristica principală a șuruburilor, reprezentând și o bază de clasificare a acestora.

Elicea are următoarele elemente caracteristice:

- $p$  – pasul;
- $a$  – înclinarea elicei;
- $d$  – diametrul cilindrului.

Geometric, desfășurata unei elice directe este ipotenuza unui triunghi dreptunghic, iar cateta este  $pd$  (fig.3.14).

Filetul poate fi:

- *filet pe dreapta* – dacă șurubul sau piulița sunt rotite în sensul acelor de ceasornic, șurubul are o mișcare de avans;
- *filet pe stânga* – rotind șurubul sau piulița în sensul acelor de ceasornic, șurubul se retrage.

Filetul poate fi prelucrat cu unul sau mai multe filete suprapuse, din acest punct de vedere șuruburile clasificându-se astfel:

- *filete cu un început* – având un singur filet; acestea sunt folosite în general la șuruburile de fixare și de forță;
- *filete cu mai multe începuturi* – având mai multe filete juxtapuse, identice și echidistante. Acestea sunt folosite în general la șuruburile de mișcare.

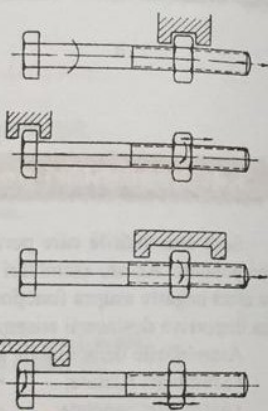


Fig.3.13 Șuruburi de mișcare

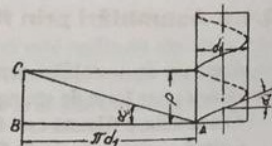


Fig. 3.14 Desfășurata filetului

Elementele geometrice ale filetului sunt definite de STAS 3872. În figura 3.15 sunt prezentate elementele standardizate ale filetelor șurubului și piuliței complementare.

Semnificațiile geometrice ale notațiilor folosite în figura 3.15 sunt următoarele:

- unghiul profilului  $b$
- pasul  $p$
- numărul de începuturi  $i$
- filetului multiplu  $p', p = ip'$
- diametrul exterior  $d; D$
- diametrul interior  $d_1; D_1$
- diametrul mediu  $d_2; D_2$
- înălțimea totală  $H_1$
- înălțimea utilă  $H_2$
- unghiul de înfășurare  $a, \text{tg } a = p / pd_2$

Cel mai folosit este filetul cilindric, adică cel trasat pe o suprafață cilindrică. În condiții speciale se poate folosi filetul conic, iar acesta poate fi:

- perpendicular pe axa piesei;
- perpendicular pe generatoarea conului.

Din punctul de vedere al mărimii pasului, filetul poate fi:

- cu pas mare;
- cu pas normal;
- cu pas fin.

**Forme constructive de șuruburi**

După scopul în care sunt folosite, șuruburile se împart în:

- șuruburi destinate fixării;
- șuruburi pentru etanșare;
- șuruburi de transmitere a mișcării;
- șuruburi de reglare;
- șuruburi pentru măsurare.

După forma capului, șuruburile pot fi (fig.3.16):

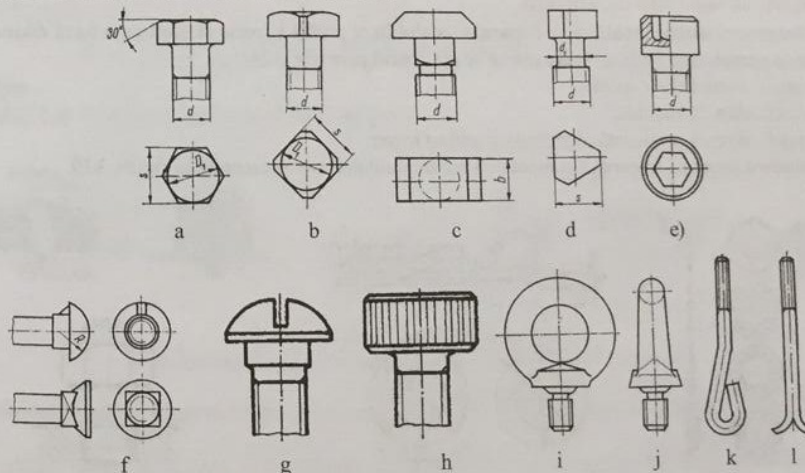


Fig. 3.16 Clasificarea șuruburilor după forma capului:

- a – cu cap hexagonal; b – pătratic; c – dreptunghiular; d – triunghiular; e – hexagon interior;
- f – semitond; g – pătrat interior; h – semitond; i – striat; j – inel; k – cap răsucit; l – cap crestat.

**Forme constructive de piulițe**

Piulițele au rolul de protecție și asigurare împotriva desfacerii asamblărilor filetate. Formele constructive sunt prezentate în figura 3.17:

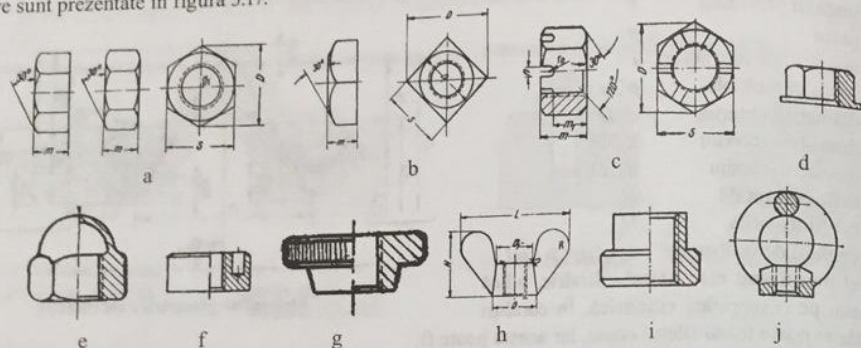


Fig. 3.17 Piulițe. Forme constructive:

a - hexagonală; b - pătrată; c - crenelată; d - înfundată joasă; e - cu suprafața de așezare sferică; f - striată; g - rotundă; h - piuliță fluture; i - piuliță pentru canale T; j - piuliță în inel.

**Șaibele și mijloacele de protecție împotriva autodeșurubării**

Șaiba este un disc metalic cu gaura puțin mai mare decât diametrul exterior al șurubului, care se așază între piuliță și piesă. Ea se folosește atunci când suprafața piesei nu este bine ajustată, ceea ce ar provoca o așezare imperfectă a piuliței.

Se deosebesc patru tipuri de șaibe:

- tip A - cu gaura rotundă pentru metale;
- tip B - cu gaura rotundă pentru lemn;
- tip C - cu gaura pătrată pentru lemn;
- tip D - cu gaura pătrată pentru lemn.

**Asigurarea împotriva deșurubării**

a) Asigurarea elastică realizează dispariția jocului între piuliță și piesa strânsă cu o forță elastică care împinge în permanență piulița. Acest sistem se realizează prin (fig. 3.18):

- rondela elastică din cauciuc;
- rondela elastică rotundă;
- rondela elastică spintecată, denumită și șaiba Grover.

b) Mărirea forței de frecare prin montarea contrapiulițelor este prezentată în figura 3.19.

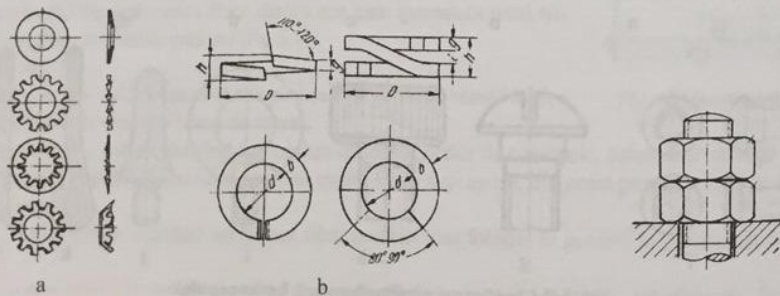


Fig. 3.18 Tipuri de șaibe: a - rondela; b - șaibe Grover

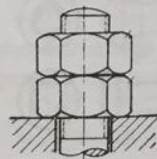


Fig. 3.19 Asamblare cu contrapiuliță

Alte metode de asigurare sunt prezentate în fig. 3.20:

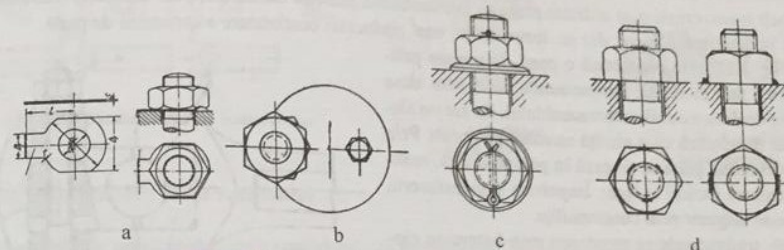


Fig. 3.20 Diverse metode de asigurare împotriva deșurubării:

a - prin rondelii îndoit; b - prin cheie de imobilizare; c - prin con și cui spintecat; d - prin puncte de sudură.

**3.4.2. Asamblări prin pene**

Penele sunt organe de mașini care prin forma lor și a locașului în care sunt introduse asigură asamblarea prin pene.

Asamblările realizate prin pene au următoarele *avantaje*:

- sunt asamblări relativ precise;
- sunt simple;
- au preț redus;
- permit montarea-demontarea rapidă.

Dintre *dezavantaje*, putem enumera:

- introduc concentratori de tensiune atât în arbore cât și în alezaj (în butuc);
- la montarea penei pot apărea deformații ale pieselor asamblate;
- nu pot fi folosite la asamblări de putere și turații mari.

**Clasificarea penelor** se poate face după următoarele criterii:

După **rolul funcțional**, ele se grupează în:

- *pene de asamblare*;
- *pene de reglare*.

După **poziția penei în raport cu organele asamblate**, penele pot fi:

- *longitudinale* - care se montează cu axa longitudinală paralelă cu axa comună a pieselor asamblate;
- *transversale* - care se assemblează cu axa longitudinală perpendiculară pe axa comună a pieselor asamblate.

În fig. 3.21. sunt prezentate câteva tipuri de pene:

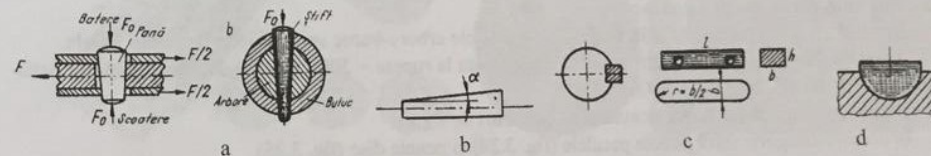


Fig. 3.21 Forme constructive de pene

a - pană transversală; b - pană tangențială; c - pene paralele; d - pană disc.

Materialele pentru confecționarea penelor sunt în general oțeluri mai puțin rezistente, ca OL 32, OL 37, OL 42.

În ultima vreme au început să fie folosite materialele plastice de tipul policlorurii de vinil, deoarece aceasta are avantajul că se poate turna direct în canalul de pană.

Materialele utilizate pentru pene trebuie să asigure în general o rezistență la rupere cuprinsă între 50 și 70 daN/mm<sup>2</sup>.

### Asamblarea prin pene transversale

Penele transversale sunt utilizate mai ales la asamblarea pieselor cilindrice. Sunt asamblări care se montează și se demontează ușor, dar au dezavantajul unei prelucrări costisitoare a canalului de pană.

În fig. 3.22. este prezentată o pană de reglare prismatică cu o față înclinată. Dimensiunile penei sunt alese în funcție de dimensiunile subansamblului. Ea are un alezaj filetat și lucrează ca o piuliță montată pe șurub. Prin rotirea șurubului, pana se fixează în poziția dorită, realizând și reglarea jocului în lagăr. Împotriva autodesfacerii, șurubul este asigurat prin contrapiulițe.

Penele transversale se montează prin batre cu ciocanul. Pentru a nu apărea pericolul strivirii, capetele penelor se execută rotunjit. Pentru penele de asamblare, unghiul de înclinare, pentru evitarea autodesfacerii este de  $30^\circ \dots 1^\circ$ , iar pentru penele de reglare panta este de  $5^\circ \dots 10^\circ$ .

### Asamblări prin pene longitudinale de strângere

Penele longitudinale de strângere și de fixare sau penele înclinate sunt cele care au o față înclinată cu un unghi  $\alpha$ , astfel încât să îndeplinească condiția autoblocării.

Pana se introduce în locașul ei prin batre, și deci pe suprafața de fund a canalului de pană din butuc și, respectiv, din arbore se exercită forța de apăsare și de frecare.

Datorită acestui fapt, se realizează o îmbinare rigidă a butucului pe arbore, dar și o modificare a poziției relative a axei geometrice a rotirii față de axa geometrică a arborelui în direcție radială.

Dezaxarea apărută se adaugă la deformațiile provocate de strângere. Acest lucru este cu atât mai supărător cu cât viteza de rotație a arborelui este mai mare. Îmbinarea de acest tip este evitată acolo unde nu sunt permise dezaxări.

Momentul de torsiune ce trebuie transmis este preluat de forțele de frecare din îmbinare.

Penele longitudinale pot fi:

- pene înalte;
- pene înguste;
- pene concave;
- pene tangențiale.

În fig. 3.23 este prezentată o variantă constructivă a penei înclinate.

### Asamblări prin pene longitudinale fără strângere

Aceste pene se mai numesc și pene paralele. Efortul se transmite numai pe fețele laterale, fără efect de împănare.

Datorită secțiunii constante și în funcție de ajustajele arbore-butuc sunt posibile deplasări axiale.

Acest tip de pene se execută din oțeluri cu rezistența la rupere = 5000 ... 6000 daN/cm<sup>2</sup>, condiție satisfăcută de OL 50, OL 60, OLC 35, OLC 45.

Uneori acest tip de pene este prevăzut cu șuruburi de fixare.

În această categorie intră penele paralele (fig. 3.24) și penele disc (fig. 3.25).

Datorită simplității constructive, penele paralele se utilizează când se impun condiții de coaxialitate, concomitent cu alegerea corespunzătoare a ajustajului arbore-butuc sau când se impun deplasări axiale ale pieselor asamblate.

Penele disc se folosesc pentru transmiterea de momente de răsucire mici sau ca pene de fixare.

Penele de lungimi mari și penele de ghidare se fixează în arbori prin șuruburi, pentru a evita smulgera penei din canal cauzată de apăsările laterale.

În fig. 3.26 este prezentat montajul unei pene longitudinale fără strângere.

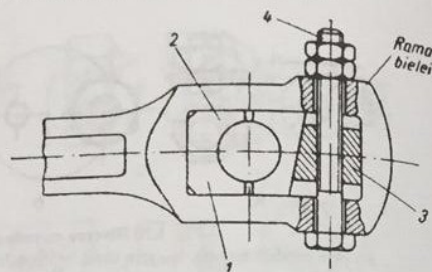


Fig. 3.22 Pană de reglare pentru lagăr  
1, 2 - cuzinet; 3 - pană de reglare;  
4 - șurub de reglare.

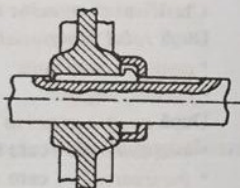


Fig. 3.23 Pene înclinate

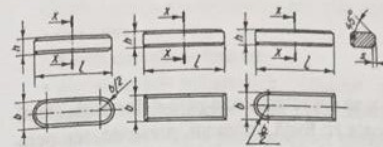


Fig. 3.24 Pene paralele – forme constructive

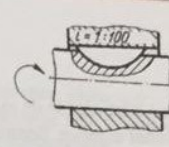


Fig. 3.25 Asamblări cu pană disc

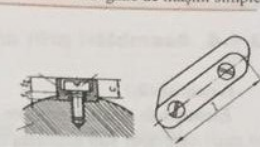


Fig. 3.26 Asamblarea penei paralele

### 3.4.3. Asamblări prin caneluri

Asamblările prin caneluri sunt considerate ca făcând parte din asamblările cu efect de pană.

Legătura dintre arbore și butuc se obține prin caneluri. Acestea sunt asemănătoare unor pene longitudinale care fac corp comun cu arborele.

Canelurile asigură o asamblare mai rezistentă, o centrare mai bună și o ușoară deplasare axială a butucului.

În funcție de profilul canelurilor, arborii cu caneluri pot fi (fig. 3.27):

- arbori cu *caneluri dreptunghiulare*;
- arbori cu *caneluri triunghiulare*;
- arbori cu *caneluri în evolută*.

Asamblările cu arbori și butuci canelați prezintă următoarele *avantaje*:

- asigură centrare precisă;
- nu deformează butucul prin ovalizare;
- transmit eforturi relativ mari;
- presiunea de contact este relativ redusă datorită distribuirii pe mai multe suprafețe.

Un ansamblu canelat (fig. 3.28) se compune din:

- arbore canelat;
- butuc canelat.



Fig. 3.27 Profilele arborilor canelați  
a - caneluri dreptunghiulare; b - caneluri triunghiulare;  
c - caneluri în evolută.

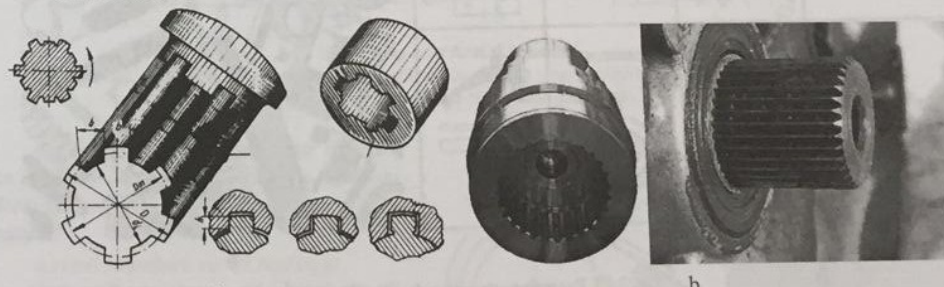


Fig. 3.28. Arbore și butuc canelat  
a – reprezentarea schematică; b – exemple de butuc și arbore canelat.

Arborele canelat se execută prin frezare, iar butucul canelat prin mortezare sau broșare.

Asamblările canelate sunt folosite pentru transmiterea unor momente de torsiune mari atunci când este necesară și o deplasare axială, chiar în perioada de regim.

Dimensiunile principale ale arborilor canelați se aleg din standarde, în funcție de diametrul  $d$  al arborelui, urmând apoi să se facă o verificare la presiunea de contact și forfecare.

Generalități

Elementele elastice (numite și arcuri) sunt organe de mașini ce se caracterizează prin deformații elastice mari care apar sub acțiunea unui semnal exterior. Semnalul poate fi: forță, moment, presiune, temperatură. După încetarea acțiunii exterioare, revin la forma și dimensiunile inițiale.

Pot fi folosite în următoarele scopuri:

- pentru acumulare de energie și ca elemente motoare, redând energia pe care au acumulat-o în timpul deformației;
- ca amortizoare pentru șocuri, când energia masei în mișcare este folosită pentru încărcarea arcului;
- pentru exercitarea unei forțe permanente după tensionare;
- pentru asigurarea unei legături elastice între două sau mai multe organe de mașini.

Clasificarea arcurilor

După **criteriul constructiv**, arcurile se clasifică în:

1. **arcuri lamelare** – formate din lamele sau foi; pot fi simple și drepte, simple curbate perforate, în foi multiple;
2. **arcuri spirale plane** – se mai numesc arcuri lamelare răsucite; sunt confecționate din bare de secțiune dreptunghiulară sau circulară, răsucite în formă de spirală;
3. **arcuri bară de torsiune** – sunt formate din bare drepte cu secțiune circulară sau dreptunghiulară;
4. **arcuri elicoidale** – formate din bare de diferite secțiuni, răsucite în formă de elice; pot fi cilindrice de întindere-compresiune, cilindrice de torsiune;
5. **arcuri bimetalice** – sunt formate din două foi suprapuse și pot fi lamelare, spirale plane, elicoidale;
6. **membrane plane** – sunt plăci subțiri de formă circulară sprijinite pe contur (au fost întâlnite la manometre);
7. **tuburi ondulate** – denumite și silfoane; au formă cilindrică, cu ondulații pe suprafața laterală (au fost întâlnite la măsurarea presiunii);
8. **arcuri de cauciuc** – pot înmagazina energii mari datorită materialului din care sunt confecționate.

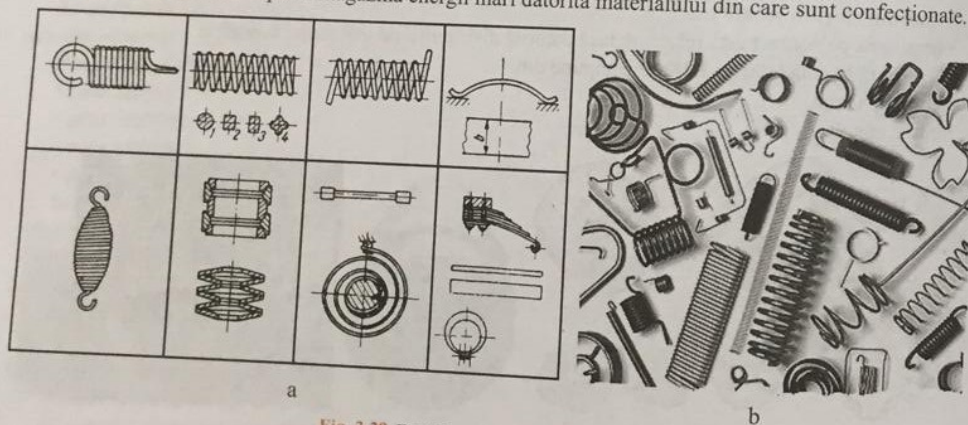


Fig. 3.29 Forme constructive de arcuri  
a – reprezentare; b – forme industriale.

În fig. 3.29 sunt prezentate câteva forme constructive de arcuri.

După **solicitare**, în funcție de direcția și sensul forțelor, arcurile pot fi:

- de **compresiune** – elicoidale, inelare, disc;
- de **tracțiune** – elicoidale;
- de **torsiune** – bare de torsiune, spirale plane, elicoidale;
- de **încovoiere** – lamelare sau în foi.

După **natura materialului** arcurile pot fi:

- din oțel;
  - din materiale neferoase;
  - din materiale nemetalice – cauciuc, mase plastice, plută, aer.
- Alegerea materialelor pentru elementele elastice se face ținând seama de următoarele criterii:
- variația în timp a proprietăților elastice ale materialelor;
  - rezistența la rupere;
  - rezistența la șoc;
  - coeficientul de dilatare liniară;
  - conductivitatea electrică pentru arcurile din domeniul electric;
  - rezistența la coroziune;

**Materialele** folosite pentru arcuri sunt:

- oțel special pentru arcuri călit și detensionat;
- metale neferoase laminate la duritatea necesară sau trase dur – bronz fosforos, alamă, aliaje cu beriliu;
- materiale plastice;
- cauciuc.

**Arcuri lamelare**

Se mai numesc și arcuri în foi. Ele pot fi folosite ca arcuri lamelare simple sau grupate, numite arcuri cu foi multiple.

**Arcuri lamelare simple și drepte**

Sunt arcuri lamelare alcătuite dintr-o singură lamelă, care neîncărcată are formă dreaptă.

Arcurile lamelare se fixează, de obicei, rigid la un capăt, ceea ce înseamnă că sunt încastrate și sunt încărcate la capătul liber cu o forță  $P$ . O altă formă de fixare este cu arcul sprijinit la ambele capete și încărcat la mijloc. Solicitarea principală a unui asemenea arc lamelar este încovoierea.

Clasificarea arcurilor lamelare se face din punct de vedere constructiv, ținând seama de:

- **grosimea arcului**, care poate fi constantă sau variabilă;
- **suprafața arcului**, care poate fi: dreptunghiulară, triunghiulară, trapezoidală, parabolică.

În figura 3.30 sunt prezentate principalele tipuri constructive de arcuri lamelare.

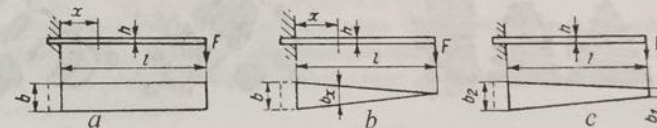


Fig. 3.30 Arcuri lamelare

a – arc lamelar dreptunghiular cu secțiune constantă; b – arc triunghiular cu secțiune constantă; c – arc trapezoidal cu secțiune constantă;

Arcurile lamelare simple sunt utilizate ca elemente de apăsare elastică (fig. 3.31), cu forțe relativ mici pentru mecanismele aparatelor.

**Arcuri lamelare cu foi multiple**

Sunt utilizate atunci când lungimea arcului este limitată de săgeata dată și se obține o lățime prea mare pentru lamelă. De asemenea, se utilizează dacă se urmărește realizarea unor forțe de contact mai mari.

Disponerea foilor trebuie astfel realizată încât arcul întreg să prezinte caracteristici apropiate de solidul de egală rezistență la încovoiere, dar pentru evitarea frecării este necesar ca fiecare lamelă să aibă toată libertatea de mișcare.

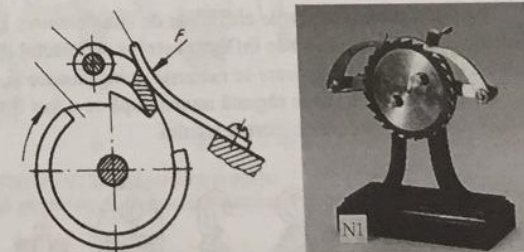


Fig. 3.31 Utilizarea arcului lamelar pentru mecanismul cu clichet

În fig. 3.32 sunt prezentate câteva arcuri cu foi standardizate folosite în construcția automobilelor, a materialului rulant pentru cale ferată, dar și pentru ciocane pneumatice.

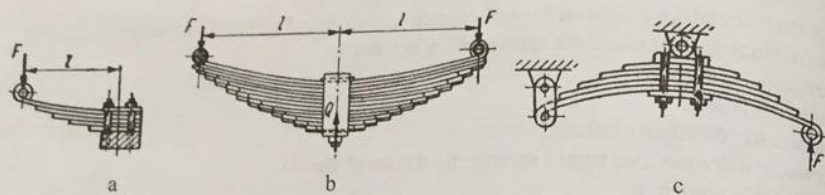


Fig. 3.32 Arcuri în foi multiple

a – arc încastrat la un capăt; b – arc solicitat la mijloc; c – arc solicitat la un capăt și fixat la celălalt și la mijloc.

### Arcuri elicoidale

Sunt arcuri executate din bare de secțiune circulară, dreptunghiulară, pătrată sau inelară, înfășurate în formă de elice pe o suprafață directoare care poate fi cilindrică, conică sau parabolică.

Din punct de vedere funcțional, se împart în două categorii:

- **arcuri de compresiune**, supuse unor sarcini axiale care provoacă solicitarea de torsiune în secțiunea transversală a barei răsucite în formă de elice;
- **arcuri de torsiune**, supuse unor momente de torsiune care provoacă solicitarea la încovoiere în secțiunea transversală a barei răsucite.

La arcurile de compresiune, preluarea sarcinii este influențată de forma capetelor sale. La aceste arcuri, capetele sunt prelucrate încât ultima spiră este polizată și adusă în contact cu spira precedentă; suprafețele de reazem devin perpendiculare pe axa arcului.

Acest lucru face ca preluarea sarcinii să se facă centrat și să nu apară solicitări suplimentare în arc.

În figura 3.33, sunt prezentate diferite variante constructive de arcuri elicoidale de compresiune.



Fig. 3.33 Arcuri elicoidale de compresiune

Arcurile elicoidale de întindere au la capete dispozitive de prindere pentru aplicarea sarcinii (fig. 3.34).

Spre deosebire de arcurile elicoidale de compresiune, la care spirele se execută depărtate între ele cu distanța  $e$ , cele de întindere se înfășoară strâns. Contactul dintre spire poate merge până la o anumită apăsare reciprocă. Această apăsare se numește pretensionare și, de regulă, se notează cu  $F_0$ .

De aceea, arcul va avea săgeată numai după ce a fost învinsă forța de pretensionare, care poate fi până la 0,25 ... 0,3 din sarcina de lucru a arcului.

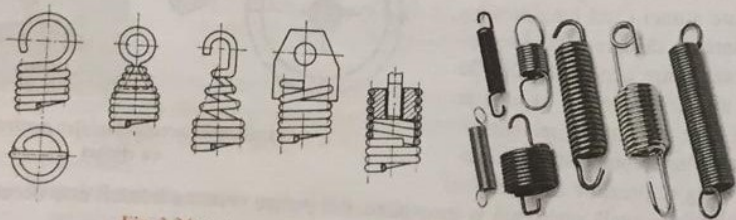


Fig. 3.34 Variante constructive pentru arcurile de întindere

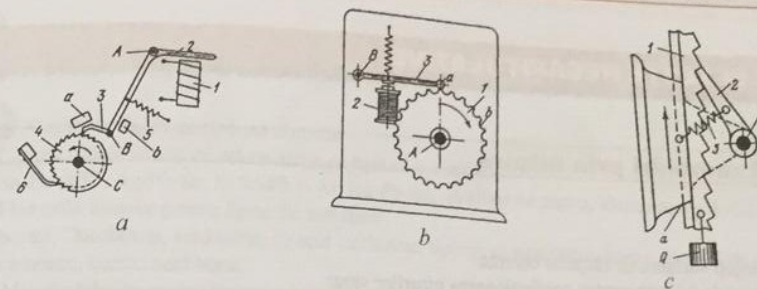


Fig. 3.35 Aplicații ale arcurilor elicoidale:

a – mecanism de formare a numărului la telefon; b – mecanism de blocare cu electromagnet; c – mecanism de blocare al unui clichet;

### 3.4.5. Asamblări prin presare

Servesc la imobilizarea unor piese în poziția dorită, folosind la montare efectul deformațiilor elastice a materialelor.

În urma strângerii datorate deformației elastice asupra suprafețelor în contact, se exercită o presiune și deci forțe de strângere. Aceste forțe de strângere generează forțe de frecare ce se opun modificării poziției relative a suprafețelor în contact.

Metoda este folosită la fixarea coroanelor bandajelor din materiale de calitate pe discurile roților executate din materiale de calitate inferioară, la fixarea rotoarelor motoarelor electrice pe arbori sau pentru executarea altor organe de mașini.

Asamblările prin strângere pot fi:

- cu strângere proprie, adică fără organe auxiliare;
- cu organe de strângere auxiliare.

#### Asamblări prin strângere elastică cu strângere proprie

După procedeul tehnologic, pot fi presate sau fretate. Capacitatea portantă a asamblărilor cu strângere elastică este influențată de rugozitatea suprafețelor conjugate.

La asamblările prin presare în timpul montării, o parte din vârfurile rugoprofilului se deformează elastic, plastic sau chiar sunt forfecate.

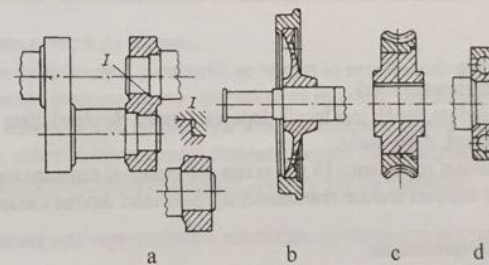


Fig. 3.36 Asamblări cu strângere elastică proprie:

a - montarea arborilor coteți; b - fixarea roții pe arbore; c - fixarea roții melcate; d - montarea rulmenților.

În fig. 3.36 sunt prezentate câteva exemple de asamblări cu strângere elastică proprie.

Acest tip de asamblare necesită precizie mare de execuție a pieselor componente, montarea și demontarea necesită mijloace speciale și costisitoare, iar în timpul executării operațiilor de demontare adesea piesele se deteriorează.

## TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE

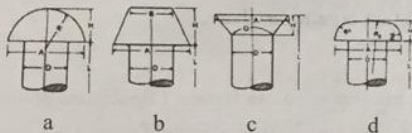


### Asamblări prin nituire

1 Alegeți varianta de răspuns corectă:

- Materialele folosite pentru confecționarea niturilor sunt:  
a) OL 34, Am 63, Cu 5, Al 99,5; b) OLC 45, bronz fosforos, fontă, Cu 5; c) oțeluri carbon obișnuite, Am 63, Cu 5, fontă; d) bronzuri, Am 63, Cu 5, Al 99,5.
- Nitul este organul de mașină folosit la asamblare pentru:  
a) table, profile, arbori; b) flanșe, table, profile; c) table, profile și piese plate; d) table, roți dințate, lagăre.
- Materialele folosite pentru confecționarea niturilor sunt:  
a) OL 34, OL 37, OLC 45, OLC 60; b) OL 34, OL 37, Am 63, Cu 5, Al 99,5; c) OL 34, OL 37, bronz cu beriliu, bronz fosforos; d) Am 63, Cu 5, Al 99,5, fontă.
- Caracteristicile principale pe care trebuie să le îndeplinească materialele pentru confecționarea niturilor sunt:  
a) elasticitate bună și rezistență mare la rupere; b) plasticitate bună și rezistență bună la curgere; c) plasticitate bună și rezistență mare la rupere; d) elasticitate bună și rezistență admisibilă bună.

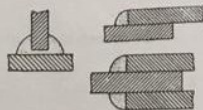
2 Identificați tipurile de nituri din figura de mai jos:



### Asamblări prin sudare

1 Alegeți varianta de răspuns corectă:

- În timpul operației de sudare, încălzirea locală depășește limita de elasticitate a materialului, trecând în domeniul plastic; în consecință, după răcire:  
a) vor exista sarcini și tensiuni remanente; b) vor exista deformări și tensiuni remanente; c) vor exista deformări și eforturi unitare remanente; d) materialul devine casant.
- În figura alăturată sunt reprezentate:  
a) sudură cap la cap, sudură pe muchie; b) sudură de colț, sudură pe muchie; c) sudură pe muchie, sudură de colț; d) lipitură tare, sudură.
- Apariția tensiunilor remanente în piesele sudate se datorează:  
a) forțelor aplicate în timpul sudurii; b) tipului de material de adaos; c) materialului de bază; d) variațiilor de temperatură în timpul operației de sudare.



### Asamblări prin lipire

1 Alegeți varianta de răspuns corectă:

- Lipirea moale se realizează cu aliaje de lipit care conțin:  
a) Sn-Pb și Sb, Ag-Pb-Sn; b) Sn-Pb și Al, Ag-Pb-Sn; c) aliaje de cupru, aluminiu; d) Al-Si, Ni.
- Fluxurile folosite pentru lipiturile tari sunt:  
a) borați, fluorborați, acid boric; b) acid clorhidric, țipirig; c) acid boric, borax, clorură de zinc; d) clorură de amoniu, borax, acid boric.
- Aliajele folosite pentru lipituri tari sunt:  
a) Al-Si, Cu-Pb, Mg; b) Cu 5, Al-Si, Ni, metale prețioase; c) Al-Si, Cu-Pb, Ni, Cu-Zn, metale prețioase; d) Al 99,5, Mg, Al-Si, metale prețioase.
- Îndepărtarea oxizilor și prevenirea formării oxizilor la asamblarea prin lipituri moi se face cu ajutorul fluxurilor pentru lipit. Acestea sunt:  
a) clorați de sodiu, colofoniu, clorura de amoniu, sacâz; b) colofoniu, sacâz, stearină, acid clorhidric, clorură de zinc; c) colofoniu, sacâz, stearină, borați, acid boric; d) sacâz, acid boric, clorați de sodiu, fluorurați.

2 Apreciați cu adevărat (A) sau fals (F) următoarele enunțuri:

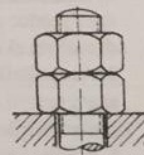
Nr.crt	Enunț	A	F
1	Lipirea este un procedeu de asamblare realizată între piese metalice cu material de adaos în stare fluidă.		
2	Temperatura de topire a aliajului de lipit este mai mică de 50 °C.		
3	La asamblarea prin lipire apar fisuri și concentratori de tensiune.		
4	Lipiturile moi suportă solicitări mici și lucrează bine la temperaturi sub 300° C.		
5	Aluminiul turnat sau forjat nu se poate lipi.		
6	Lipiturile tari se pot obține la temperaturi cuprinse între 196°C și 400° C.		



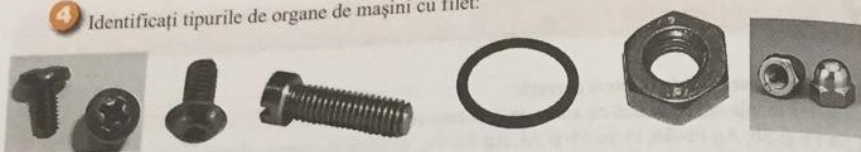
### Asamblări prin filet

1 Alegeți varianta corectă de răspuns:

- După scopul în care sunt folosite, șuruburile se împart în următoarele grupe:
- șuruburi pentru fixare, cu cap pătratic, șuruburi de mișcare, pentru măsurare;
  - șuruburi pentru măsurare, micrometrice, pentru etanșare, pentru transmiterea mișcării;
  - șuruburi pentru măsurare, micrometrice, pentru etanșare, pentru transmiterea mișcării;
  - șuruburi pentru fixare, pentru transmiterea mișcării, cu bile, pentru măsurare.
- 2 În figura alăturată este reprezentată o asamblare șurub-piuliță și contrapiuliță, în scopul:
- măririi forței de strângere a șurubului;
  - măririi forței de strângere a piuliței;
  - asigurării împotriva autodeșurubării, prin mărirea forțelor de frecare;
  - creșterii forței elastice.
- 3 Materialele folosite în mod curent pentru confecționarea piulițelor sunt:
- materiale plastice, OT 45, OLC 45;
  - OL 37, OL 42, OLC 45;
  - oțel de arc, OLC 45, titan;
  - teflon, OL 37, 0142.



4 Identificați tipurile de organe de mașini cu filet:



### Asamblări prin pene

1 Alegeți varianta de răspuns corectă:

- Penele se execută din:
  - OL 32, Am 63, Cu 5, policlorură de vinil;
  - OL 32, OL 42, policlorură de vinil;
  - Am 83, OL 37, oțel inox;
  - Cu 5, OLC 45, policlorură de vinil.
- Dezavantajele asamblărilor prin pană sunt:
  - introduc concentratori de tensiune, se folosesc numai la asamblări de putere și turații mari;
  - nu pot fi folosite la puteri și turații mari, introduc concentratori de tensiune în alezaj și arbore, apar deformații la montaj;
  - sunt inestetice, au gabarit mare, introduc concentratori de tensiune;
  - introduc concentratori de tensiune, necesită forțe mari de asamblare, se demontează greu.
- Pentru evitarea strivirii penelor transversale la asamblarea prin batere, acestea se execută:
  - cu un unghi de înclinare de  $30^\circ \dots 1^\circ$ ;
  - cu un unghi de înclinare de  $5^\circ \dots 10^\circ$ ;
  - cu capetele penelor rotunjite;
  - folosindu-se forțe mici la montaj.
- Penele longitudinale fără strângere sau penele paralele se folosesc atunci când:
  - se impun condiții de coaxialitate și se transmit forțe mari;
  - se impun condiții de coaxialitate și se transmit momente mari;
  - se impun condiții de coaxialitate și se impun deplasări axiale ale pieselor asamblate;
  - sunt necesare deplasări axiale ale pieselor asamblate și se transmit momente mari.

### Asamblări prin caneluri

1 Alegeți varianta corectă de răspuns:

- Avantajele asamblărilor prin caneluri sunt:
  - realizează centrare precisă, nu produc zgomot, transmit eforturi relativ mari;
  - realizează centrare precisă, nu deformează butucul, transmit eforturi mari;
  - nu produc zgomot, asamblare rapidă, precizie mare de asamblare;
  - realizează centrare precisă, nu deformează butucul, necesită calcul simplu la solicitări.
- Asamblările prin caneluri sunt asemănătoare cu:
  - angrenajul de roți dinate;
  - penelile longitudinale care fac corp comun cu arborele;
  - asamblările cu pene transversale;
  - nici una dintre variante.
- Profilul canelurilor poate fi:
  - circular, dreptunghiular, triunghiular;
  - evolventă, triunghiular, trapezoidal;
  - dreptunghiular, triunghiular, evolventă;
  - pătratic, dreptunghiular, evolventă.
- Asamblările canelate sunt folosite atunci când:
  - se transmit momente de torsiune mici și sunt necesare deplasări axiale;





- se transmit momente de torsiune mici și nu sunt necesare deplasări axiale;
- se transmit momente de torsiune mari și sunt necesare deplasări axiale;
- se transmit momente de torsiune mari și există forțe de frecare mari.

### Asamblări prin arcuri

1 Alegeți varianta corectă de răspuns:

- Arcurile lamelare se pot fixa:
  - simplu, rezemate la ambele capete;
  - rezemate la un capăt și articulate la celălalt;
  - încastrate la un capăt sau la ambele capete;
  - este permis orice fel de montaj.
- Solicitarea principală a arcurilor lamelare este:
  - torsiunea;
  - forfecarea;
  - compresiunea;
  - încovoierea.

2 Asociați cifrele din coloana A și literele corespunzătoare din coloana B:

A	B
1. 	a. arc spiral
2. 	b. arc elicoidal de întindere
3. 	c. arc elicoidal de compresiune
4. 	d. arc de torsiune

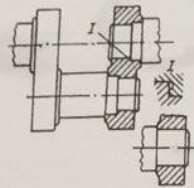
### Asamblări prin presare

1 Alegeți varianta corectă de răspuns:

- Asamblările prin strângere sunt folosite pentru imobilizarea pieselor în poziția dorită folosind:
  - efectul forțelor de frecare;
  - efectul forțelor de presiune;
  - strângerea mecanică;
  - efectul deformațiilor elastice ale materialelor.

2. În schema reprezentată în figura următoare avem:

- a) lagăr de alunecare; b) arbore cotit reprezentat împreună cu lagărul; c) strângere pe con; d) asamblare prin strângere elastică.



3. Capacitatea portantă a asamblărilor cu strângere elastică este influențată de:

- a) duritatea suprafețelor; b) forma suprafețelor; c) dimensiunile suprafețelor; d) rugozitatea suprafețelor.

Completați în tabelul de mai jos materialele din care se confecționează organele de mașini:

Organul de mașină	Materiale
Aliaje pentru lipit	
Material de adaos la sudura electrică	
Nit	
Șuruburi	
Pene	
Arbori canelați	
Arcuri	

2 Întocmiți în laboratorul de Informatică al școlii o *Fișă recapitulativă*, după modelul prezentat în continuare pentru fiecare tip de organ de mașină. Răspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în Portofoliul Organe de mașini. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă înprospătați cunoștințele.

Organe de mașini

**FIȘĂ RECAPITULATIVĂ**

Tema: Organe de mașini simple

Asamblări prin \_\_\_\_\_

- Definiție
- Clasificare
- Materiale
- Avantaje
- Dezavantaje
- Schema organului de mașină
- Schema asamblării

**TEMA**

**4**

**ORGANE DE MAȘINI  
COMPLEXE**

**Organe de mașini auxiliare**

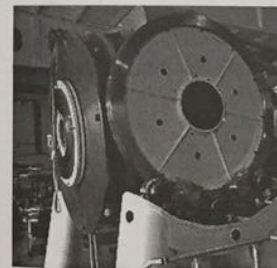
- Osii
- Arbori
- Fusuri
- Pivoți

**Lagăre**

- Lagăre de alunecare
- Rulmenți
- Cupleje

**Organe de mașini pentru transmiterea  
mișcării de rotație**

- Transmisii prin roți de fricțiune
- Transmisii prin roți dințate
- Transmisii prin curea
- Transmisii prin lanț



**Organe de mașini pentru transformarea  
mișcării**

- Mecanismul cu clichet
- Mecanismul cu cruce de Malta
- Mecanismul bielă-manivelă
- Mecanisme cu camă

## 4.1. Organe de mașini auxiliare

### 4.1.1. Categoriile de organe de mașini pentru mișcarea de rotație

Organele de transmitere a mișcării de rotație sunt în același timp și organe care servesc la transmiterea de energie, de forțe și de cupluri de la un element la altul.

Ele se împart în:

1. *Organele mișcării de rotație simplă propriu-zisă* – osiile, arborii, fusurile, pivoții, cuplajele;
2. *Organele de susținere a mișcării de rotație* – care contribuie indirect la transmiterea mișcării de rotație și au un rol static - lagărele, rulmenții;
3. *Organele de transmitere a mișcării de rotație* – curelele de transmisie, lanțurile, roțile pentru curele, roțile de fricțiune, roțile dințate.

### 4.1.2. Osii și arbori, fusuri și pivoți

#### Tipuri, rol funcțional, materiale

Osiile și arborii drepti sunt organe de mașini care au rolul de a transmite mișcarea de rotație simplă și de a susține elemente aflate în mișcare de rotație.

Ele fac legătura cu alte elemente de la care primesc și transmit mișcarea de rotație. Osiile și arborii drepti au axa longitudinală dreaptă.

1. *Osiile* sunt organe de mașini care au funcțiunea principală de susținere a altor elemente. Ele nu transmit momente de torsiune. Solicitarea principală este la încovoiere.

*Osiile* (fig. 4.1) se clasifică în:

- osii fixe, care sunt reazeme pentru elementele care se rotesc pe ele;
- osii mobile, care se rotesc în reazeme împreună cu elementele fixate pe ele.

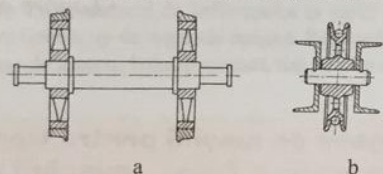


Fig. 4.1 Clasificarea osiilor:  
a – osii fixe; b – osii mobile.

2. *Arborii* au funcția principală de transmitere a mișcării de rotație și deci transmit puteri și momente de torsiune. Ei sunt solicitați la torsiune, ca solicitare principală și la încovoiere.

În funcție de variantele constructive (fig. 4.2), arborii pot fi:

- arbori cu secțiune constantă;
- arbori în trepte;
- arbori cotiți;
- arbori flexibili.

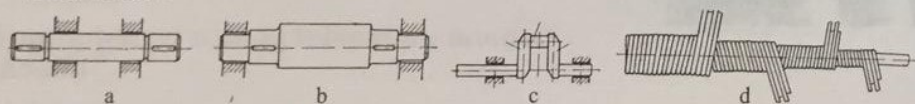


Fig. 4.2 Variante constructive de arbori:  
a – arbore drept; b – arbore în trepte; c – arbore cotit; d – arbore flexibil.

*Materiale și tehnologie.* Osiile și arborii se execută din:

- oțel carbon de uz general OL42, OL50, OL60;
- oțeluri de calitate OLC25, OLC 35, OLC45;
- oțeluri aliate de construcție 13 CN 30, 21 Mo MC 12, 15 C 08, 18 MC, 16 Mo CN 13;

- oțel turnat și apoi forjat pentru obținerea formei și a dimensiunilor;
  - materiale metalice neferoase: alama, duraluminiu pentru industria de aparate;
  - materiale plastice.
- Alegerea materialelor urmărește satisfacerea condițiilor cerute de rolul funcțional și de siguranța în exploatare. Acest lucru poate fi obținut prin alegerea materialelor, dar și prin soluții constructive și tehnologice optime.

De regulă, alegerea formei adecvate este însoțită și de aplicarea unor tratamente termice, termochimice și mecanice pentru îmbunătățirea caracteristicilor.

Oțelurile aliate sunt folosite numai în situația în care acest lucru este justificat economic și funcțional. Deși au rezistențe mai reduse, uneori se adoptă soluția construirii arborilor din fontă, deoarece aceștia sunt mai puțin sensibili la concentratori de tensiune și amortizează mai bine vibrațiile. Un loc în care sunt folosiți arborii din fontă sunt motoarele cu ardere internă.

Din punct de vedere tehnologic se recomandă să se folosească pentru construcția arborilor, atât cât este posibil, elemente standardizate.

Din punct de vedere tehnologic, arborii se prelucrează cel mai adesea prin strunjire. Rectificarea se aplică în zonele de sprijin ale arborelui sau în locurile în care se montează pe el alte elemente. Semifabricatul folosit este un laminat, iar pentru arbori și osii de dimensiuni foarte mari aceștia pot fi sudați și apoi supuși prelucrărilor prin așchiere.

Arborii se pot construi cu secțiune plină sau secțiune inelară. Datorită execuției mai ușoare, se preferă arborii cu secțiune plină.

Părțile componente ale arborilor (fig. 4.3) sunt:

- fusurile;
- zonele de calare;
- tronsoanele intermediare (manetoane la arbori cotiți).

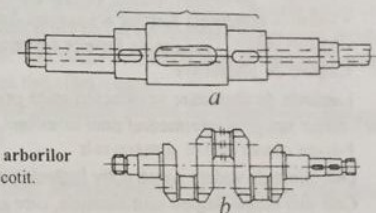


Fig. 4.3 Părțile componente ale arborilor  
a – arbore drept; b – arbore cotit.

### 4.1.3. Fusuri și pivoți

Sunt organe de mașini, componente ale arborilor și osiilor care sprijină arborii în lagăre.

Clasificarea fusurilor se face după următoarele criterii:

1. După direcția pe care acționează forța în raport cu axa de rotație:
  - fusuri axiale – direcția forței este aceeași cu axa fusului;
  - fusuri radiale – direcția forței este perpendiculară pe axa fusului;
  - fusuri radial-axiale – forțele sunt perpendiculare, dar și în direcția axei.

În figura 4.4 sunt prezentate câteva variante constructive de fusuri:

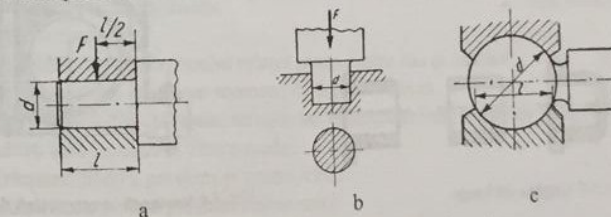


Fig. 4.4 Variante constructive de fusuri  
a – fusuri radiale; b – fusuri axiale; c – fusuri radial-axiale.

#### Materiale și tehnologie

Caracteristicile fusurilor sunt de regulă aceleași ca și ale arborilor și osiilor cărora le aparțin.

Pentru a îmbunătăți caracteristicile mecanice și de rezistență ale fusurilor, acestora li se aplică tratamente termice sau termochimice.

O altă soluție de îmbunătățire a calităților mecanice ale fusului este introducerea presată sau fretată pe arbore a unei bușe cu caracteristicile cerute. Duritatea suprafeței fusului trebuie să fie de două până la patru ori mai mare decât a cuzinetului.

Suprafața fusului se prelucrează îngrijit atât din punct de vedere geometric, dar și dimensional și trebuie să asigure o bună aderență a lubrifiantului.

Pentru creșterea rezistenței la presiunea de contact la uzura și aderență a lubrifiantului, fusurile de alunecare se acoperă cu o peliculă de material plastic. Materialul folosit, o poliamidă, are avantajul că poate fi înlocuit cu ușurință, ceea ce face să crească timpul de utilizare al fusului.

#### 4.1.4. Lagăre de alunecare și rulmenți, particularități specifice

Lagărele sunt organe de mașini care împreună cu fusurile arborilor sau ale osiilor formează cuple de rotație sau de oscilație.

Lagărele se pot clasifica după următoarele criterii:

1. după tipul forțelor de frecare ce apar în timpul funcționării:

- cu alunecare – forțele de frecare sunt de alunecare;
- cu rostogolire – forțele de frecare sunt de rostogolire.

2. după direcția forțelor principale care acționează în cuplele cinematice:

- radiale – rezultanta forțelor este perpendiculară pe axa geometrică a lagărului;
- axiale – rezultanta forțelor are aceeași direcție cu axa geometrică a lagărului;
- radial-axiale – rezultanta forțelor acționează pe o direcție înclinată față de axa lagărului.

##### Lagăre de alunecare

Lagărele de alunecare se caracterizează prin faptul că fusul se sprijină pe o suprafață cilindrică interioară direct sau prin intermediul unui lubrifiant.

##### Forme constructive și materiale

Din punct de vedere constructiv lagărele pot fi simple sau complexe.

Cele mai simple lagăre sunt alezajele, care au dimensiuni corespunzătoare fusului și care sunt executate în corpul piesei. Prin norme și standarde sunt stabilite de cele mai multe ori forma constructivă și dimensiunile lagărelor. Atunci când este necesar, când materialul pentru lagăr este foarte scump, lagărul va avea forma unei bușe ce se montează în corpul mașinii.

Această formă constructivă are avantajul unei construcții simple, dar oferă și posibilitatea înlocuirii bușelor atunci când se uzează.

Câteva dintre formele constructive de lagăre cu bușe sunt prezentate în figura 4.5.

În figura 4.6 este prezentat un lagăr complex cu capac drept.

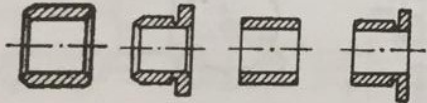


Fig. 4.5 Lagăre cu bușe

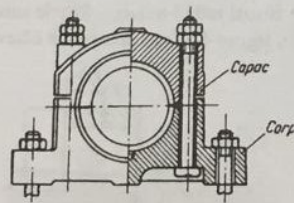


Fig. 4.6 Variantă constructivă de lagăr complex

Elementul principal al unui lagăr este cuzinetul. El se execută din materiale rezistente și ieftine și poate fi placat sau căptușit cu materiale antifricțiune.

Buna funcționare a lagărului, randamentul și durata de funcționare depind de caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor suprafețelor în contact, dar și de raporturile de afinitate sau antagonie ale materialelor ce formează cupla fus-cuzinet. O altă condiție ce trebuie îndeplinită este corectitudinea execuției, dar și o bună lubrificație.

Pentru alegerea materialelor lagărelor, trebuie să se țină seama de următoarele condiții:

- pentru a evita factorii care favorizează gripajul între materialul fusului și materialul cuzinetului, trebuie să existe cât mai puțină afinitate;
- pentru a proteja fusul împotriva uzurii, rezistența acestuia trebuie să fie de 2-4 ori mai mare decât a cuzinetului;
- rezistența la uzură, coroziune și oboseală a materialului antifricțiune trebuie să fie cât mai mare, la fel ca și rezistența la sarcini mari;
- coeficientul de frecare al materialelor care compun cupla trebuie să fie cât mai mic;
- materialele suprafețelor cuplei trebuie să aibă o bună absorbție a lubrifiantului, dar și o refacere rapidă a peliculei;
- temperatura de înmuiere a materialelor trebuie să fie superioară temperaturii de funcționare a lagărului;
- conductivitatea termică să fie bună pentru a ușura transferul de căldură, ceea ce asigură o bună răcire a acestuia.

Materialele antifricțiune cel mai des utilizate sunt bronzurile cu plumb – Pb-Cu, Pb-Sn-Cu – sau bronzurile speciale: Cu-Pb-Sn-Ni; Cu-Pb-Sn-Ni-Zn.

O bună utilizare o au și aliajele de aluminiu cu Pb, Sn, Zn, Ni sau aliajele pe bază de staniu: Y-Sn 83; Y-Sn 80; Y-Sn 10.

Cu mult succes sunt folosite materialele antifricțiune obținute prin sintetizarea pulberilor de Fe, Cu, Sn, Pb, C (grafit). Pentru obținerea cuzineților, amestecul este presat la temperaturi ridicate. Bușele astfel obținute nu mai necesită prelucrări. Ele au o structură spongioasă și pot absorbi o cantitate importantă de ulei de ungere (25-40%) din volumul lor. Din sinterizare, bușele sunt ținute un timp în ulei fierbinte. Datorită acestui tratament de impregnare, acestea pot lucra un anumit timp fără ungere.

O altă categorie de materiale antifricțiune sunt materialele nemetalice printre care putem enumera materialele plastice, cauciucul, materialele ceramice și grafitul.

##### Lagăre cilindrice

Din punct de vedere funcțional, lagărele alcătuiesc cu fusul un ansamblu cu rol funcțional bine determinat. De aceea ele se calculează și se proiectează împreună.

Forma lagărului (fig. 4.7) este simplă și asigură o capacitate portantă mare.

Acest tip de lagăr are următoarele avantaje:

- rezistență mare la uzură;
- ungere prin mijloace și metode simple;
- execuție ușoară;
- comportare bună la regimuri vibratorii;
- poate fi executat la orice dimensiuni;
- funcționare fără zgomot.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- precizie mică la centrare;
- ghidare imprecisă din cauza jocului relativ mare dintre fus și cuzinet;
- în cazul frecării uscate, există un moment de frecare ridicat.

Fusul se poate executa din oțel tratat termic, iar pentru cuzinet, respectiv bușa se poate folosi:

- bronzul pentru sarcini mari și viteze medii;
- fonta antifricțiune pentru presiuni și viteze mici;
- materiale sinterizate pentru presiuni foarte mici;
- mase plastice (poliamide);
- mase plastice cu fibre textile (textolit);
- mase plastice cu lemn (lignofol).

##### Forme constructive ale lagărelor cilindrice pentru fusuri

Formele constructive ale fusurilor depind de mărimea diametrului lor, de solicitări și cerințele locului de utilizare.

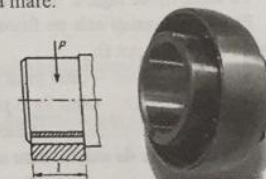


Fig. 4.7 Lagăr cilindric  
a – reprezentare; b – execuție practică.

Pentru fusurile radiale, cel mai simplu lagăr este alezajul realizat în carcasa sau piesa de susținere, având eventual un orificiu pentru ungere (fig. 4.8, a). El poate fi utilizat la solicitări mari dacă în el se introduce o bușă metalică confecționată din una sau mai multe bucăți (fig. 4.8, b). Cuzinetul poate fi sub formă de flanșă (fig. 4.8, c) sau, în cazul aparatelor de precizie, când cuzinetul este din piatră, este nedemontabil (fig. 4.8, e).

Acest tip de lagăre au dezavantajul că după ovalizare nu mai pot fi schimbate.

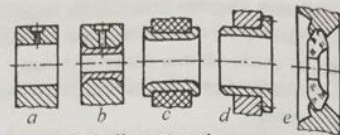


Fig. 4.8 Soluții constructive pentru lagăre radiale

#### 4.1.4. Rulmenți. Tipuri de rulmenți. Simbolizare și alegere

Rulmenții sunt lagăre care au în construcție un cuzinet de o formă specială.

Mișcarea relativă dintre fus și lagăr se realizează prin rostogolirea unor corpuri interpușe între aceste suprafețe care intră în compunerea rulmentului.

Avantajele lagărelor cu rulmenți sunt:

- frecare mică și portantă mare;
- consum mic de lubrifiant;
- rigiditate mare;
- uzură și încălzire reduce;
- jocuri radiale reduce;
- înlocuire ușoară și posibilitate de standardizare.

Dezavantajele acestui tip de lagăr sunt:

- gabarit pe diametru mai mare;
- greutate mai mare;
- funcționare mai puțin liniștită;
- durabilitate redusă la turații mari.

Clasificarea generală a rulmenților se face după direcția de acționare a sarcinilor, și anume:

- rulmenți radiali;
- rulmenți axiali;
- rulmenți radiali-axiali.

##### Caracteristicile lagărelor cu rulmenți

La acest tip de lagăre, între fusul arborelui sau al osiei și piesa de reazem se interpune rulmentul.

Ei pot fi montați atât pe fusuri horizontale, cât și pe pivoți. În funcție de forțele principale pe care le preiau, rulmenții pot fi:

- **rulmenți radiali** – când principala forță pe care o preiau este perpendiculară pe axa fusului;
- **rulmenți axiali** – când forța preluată este paralelă cu axa fusului;
- **rulmenți radiali-axiali** – când forțele preluate sunt și axiale și radiale.

Ei sunt organe de mașini care se compun din:

1. **rulmenții radiali și radiali-axiali** – inel interior, inel exterior, corpuri de rulare și colivie (fig. 4.9)
2. **rulmenții axiali** – inel inferior, inel superior, corp de rulare și colivie (fig. 4.10).

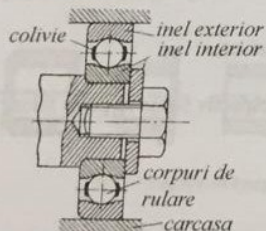


Fig. 4.9 Elemente caracteristice rulmenților radiali

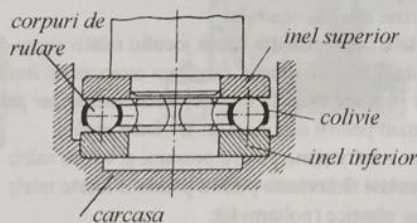


Fig. 4.10 Elemente componente ale rulmenților axiali

Inelele rulmenților se execută din oțel aliat. Fiecare inel are prevăzută o cale sau două de rulare, în funcție de numărul rândurilor corpurilor de rulare. Corpurile de rulare se execută din oțeluri aliate de calitate.

O clasificare a rulmenților este prezentată în figura 4.11.

Din punctul de vedere al formei constructive a corpurilor de rulare, rulmenții pot fi:

- rulmenți cu bile (fig. 4.11, a);
- rulmenți cu role cilindrice (fig. 4.11, b);
- rulmenți cu role conice (fig. 4.11, c);
- rulmenți cu role butoi (fig. 4.11, d);
- rulmenți cu ace (fig. 4.11, e).

Colivia este executată din tablă de oțel presată, materiale neferoase, materiale nemetalice și are rolul de menținere a corpurilor de rulare la distanțe egale între ele.

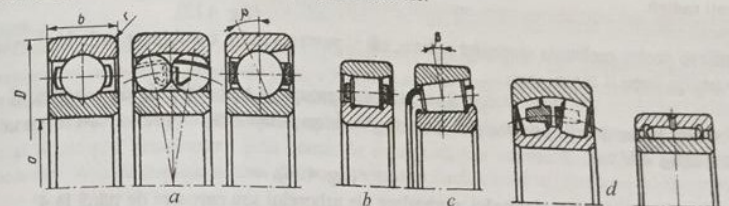


Fig. 4.11 Clasificarea rulmenților

##### Simbolizarea rulmenților

Numărul mare al caracteristicilor constructive și dimensionale ce trebuie indicate pentru identificarea unui rulment a impus necesitatea adoptării unei simbolizări. În România, această simbolizare este reglementată de STAS 1679-75.

Dimensiunile au fost sistematizate în "serii de diametre" și "serii de lățimi", astfel încât rulmenții dintr-o anumită serie de diametre, care au același diametru interior, au și același diametru exterior. În cadrul fiecărei serii de diametre se găsesc rulmenți de lățimi diferite.

Dimensiunile unui rulment se stabilesc alegând atât seria de diametre cât și seria de lățimi. Combinațiile dintre aceste două serii dau naștere seriilor de dimensiuni.

Seriile de dimensiuni cuprind rulmenți, diferiți ca dimensiuni care pentru aceeași serie de lățimi sunt geometric asemenea.

Simbolul unui rulment cuprinde două părți:

- simbolul de bază care cuprinde simbolul serie de rulmenți și simbolul alezajului rulmentului;
- simboluri suplimentare.

Simbolul seriei de rulmenți caracterizează tipul rulmentului și seria de dimensiuni și corespunde execuției de bază a rulmentului.

##### Alegerea rulmenților

Fiecare tip de rulment are destinație bine determinată, chiar dacă de multe ori domeniile de utilizare se suprapun.

Pentru o bună alegere a tipului de rulment, trebuie să se țină seama de următoarele reguli:

- la sarcini relativ reduse și la viteze de rotație mari se folosesc rulmenți cu bile, iar pentru sarcini mari se folosesc rulmenți cu role;
- dacă între lagăre poate exista o dezaxare sau când arborii sau axele capătă deformări prin încovoiere, se folosesc rulmenții oscilanți;
- pentru solicitări pur axiale, de mărime mijlocie, se recomandă folosirea rulmenților axiali cu bile. Rulmenții axiali oscilanți cu role, în afară de sarcini axiale foarte mari, pot prelua și anumite solicitări radiale.

La mașinile unelte ce prelucrează prin așchiere, pentru turații mari se folosesc rulmenți axiali radiali cu dublu efect:

- pentru solicitări compuse se folosesc rulmenți radiali-axiali cu bile pe un rând, pe două rânduri sau cu role conice;
- funcționarea rulmentului este perturbată la temperaturi ce depășesc 120°C. Pentru temperaturi ridicate este necesară utilizarea unor rulmenți speciali, având elementele componente executate din mărce

speciale de oțel stabilizate prin tratamente termice. În această situație se are în vedere și adoptarea de soluții constructive pentru eliminarea căldurii, pentru a se putea asigura o ungere corespunzătoare;

- pentru aparatele de uz casnic, aparatele de uz medical, ascensoare sau mașini electrice de putere mică se utilizează rulmenți radiali cu bile care au prevăzute condiții speciale pentru zgomot. Acești rulmenți au în general diametrul interior până la 50 mm.

- soluția constructivă aleasă trebuie să permită montajul și demontajul ușor al ansamblului. Acolo unde este necesar, se poate adopta soluția folosirii rulmenților demontabili sau a rulmenților de alezaj conic.

**Tipuri de rulmenți**

Rulmenți radiali

a) *Rulmenți radiali cu bile pe un rând cu cale de rulare adâncă* (fig. 4.12).

Sunt utilizați pentru preluarea sarcinilor radiale, cât și pentru sarcini combinate radiale și axiale. Pot fi utilizați în condiții bune la turații mari.

b) *Rulmenți radiali cu bile, demontabili*. Sunt utilizați aproape în toate tipurile de construcții mecanice și în mod deosebit la construcția aparatului electric. Au dezavantajul că pot prelua sarcini axiale dintr-o singură direcție (fig. 4.13).

c) *Rulmenți radiali oscilanți cu bile pe două rânduri* (fig. 4.14).

Acest tip de rulmenți permite deplasări unghiulare ale arborelui sau carcasei de până la 4°.

Valoarea abaterilor unghiulare pe care le poate prelua rulmentul, și care apar datorită lipsei de aliniere a lagărelor, cât și datorită încovoierii arborelui, este limitată de necesitatea ca bilele să nu atingă calea de rulare.

Capacitatea de încărcare a rulmenților radial-axiali cu două rânduri de bile este mai mică decât cea a rulmenților cu un singur rând de bile, datorită contactului relativ mic dintre bile și calea de rulare a inelului exterior.

d) *Rulmenți radiali cu role cilindrice pe un rând*. Acești rulmenți au corpurile de rulare constituite din role cilindrice care au axele paralele cu axa rulmentului și sunt ghidate de unul sau două inele (fig. 4.15).

Rulmenții sunt demontabili, ceea ce permite montarea și demontarea ușoară a ansamblului. Ei preiau sarcini radiale mari și funcționează în bune condiții la turații ridicate.

Se folosesc cu succes la transmisiile de cale ferată.



Fig. 4.12 Rulment radial cu bile pe un rând



Fig. 4.13 Rulment radial cu bile, demontabil



Fig. 4.14 Rulment radial oscilant cu bile pe două rânduri



Fig. 4.15 Rulment radial cu role pe un rând

e) *Rulmenți axiali cu bile pe un rând cu simplu efect* (fig. 4.16). Rulmentul se compune din două șaibe plane prevăzute cu cale de rulare și o colivie cu bile.

Se folosește pentru preluarea sarcinilor axiale mari într-un singur sens și nu poate prelua încărcări radiale.

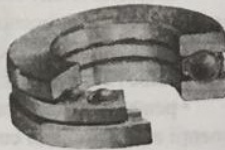


Fig. 4.16 Rulment axial

**4.1.5. Cuplaje**

Cuplajele sunt organe de legătură și de antrenare care au rolul de transmitere a mișcării de rotație de la un arbore la altul sau de la un organ de mașină la altul. Transmisia se face fără modificarea valorii sau sensului mișcării.

**Clasificarea cuplajelor**

Clasificarea cuplajelor se face după mai multe criterii, și anume:

A) *După modul în care se realizează transmiterea momentului de torsiune și a mișcării de rotație:*

- *cuplaje mecanice* – la care transmiterea momentului de torsiune și a mișcării de rotație se realizează prin elemente mecanice, folosind forța de frecare, transmisii dințate sau gheare;
- *cuplaje hidraulice* – la care transmiterea momentului de torsiune și a mișcării de rotație se face prin intermediul fluidelor, folosind:

a) *presiunea* – cuplaje hidrostatice;

b) *energia cinetică* – cuplaje hidrodinamice;

- *cuplaje electromagnetice* – la care momentul de torsiune se transmite prin intermediul forțelor electromagnetice.

B) *După modul în care se realizează legătura între capetele arborilor*, cuplajele se clasifică în:

1. *cuplaje permanente* – sunt cele la care legătura se stabilește sau se întrerupe numai prin montare sau demontare, deci ele nu pot fi desfăcute în timpul funcționării lor

2. *cuplaje intermitente* – cu aceste cuplaje legătura dintre arbori poate fi stabilită sau întreruptă în repaus sau în timpul funcționării prin comanda exterioră sau automată, fără a fi necesară demontarea componentelor. Aceste cuplaje se mai numesc *ambreiaje*.

**Alegerea cuplajelor**

La alegerea unui tip de cuplaj se ține seama de următoarele condiții:

a) modul de funcționare a motorului și modul de cuplare a axelor;

b) mediul ambiant în care lucrează cuplajul;

c) deformațiile axelor la încovoiere și torsiune ce pot fi permise la motor.

Cuplajele permanente fixe sunt proiectate și construite în trei variante:

- *cuplaje cu manșon cilindric dintr-o bucată*;

- *cuplaje cu manșon cilindric din două bucăți*;

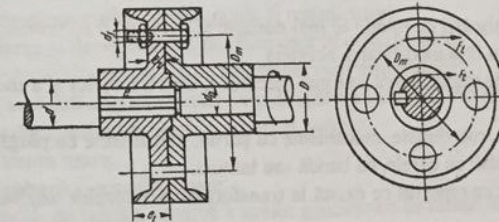
- *cuplaje cu flanșe*.

Cuplaje cu flanșe

La cuplajele cu flanșe (fig. 4.17) mișcarea se transmite prin:

- *frecarea dintre flanșe*. la montarea cu joc a șuruburilor de fixare;

- *prin șuruburile de fixare*.



a



b

Fig. 4.17 Cuplaj cu flanșe  
a – reprezentare; b – construcție.

Acest tip de cuplaje permite cuplarea arborilor de diametre diferite. Flanșele pot fi:

- *dintr-o bucată*, cu arborii pentru construcții puternic solicitate

- *cu flanșe montate cu pene*;

- *cu flanșe montate prin strângere la cald*;

- *cu flanșe sudate pe arbore*.

**Cuplajul cu bolțuri**

Este constituit din două semicuplaje ce sunt montate cu pană la capătul celor doi arbori (fig. 4.18).

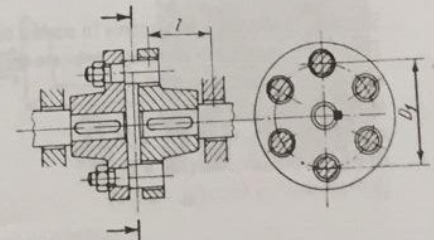


Fig. 4.18 Cuplaj cu bolțuri

Bolțurile sunt montate la capătul filetat pe unul dintre semicuplaje. Ele pătrund în găurile flanșei montate pe cel de-al doilea semicuplaj.

La acest cuplaj transmiterea momentului de torsiune se face prin contactul direct dintre bolțuri și peștii găurilor.

**Cuplaje intermitente prin contact rigid**

Cele mai utilizate cuplaje din această grupă sunt cuplajele cu gheare. Pe acest tip de cuplaje, cuplarea se face din repaus sau la viteze mici.

Ambreiajul cu gheare (fig. 4.19.) sau cu dinți frontali este compus din două discuri astfel:

- unul montat fix pe arborele conducător;
- unul mobil, cu posibilitatea de deplasare axială pe arborele condus.

Profilul ghearelor poate fi:

- triunghiular;
- trapezoidal simetric sau asimetric;
- dreptunghiular;
- teșit la vârf;
- dinte de ferăstrău.

Profilele dreptunghiulare sau pătrate sunt mai rar utilizate deoarece acestea permit ambreierea doar din repaus.

Numărul ghearelor variază între  $z = 3 \dots 60$ .

Manșoanele dințate se pot confecționa din oțel, oțel alait cu Cr-Mn, 41 CN12 călit până la HRC 0 54 ... 60.

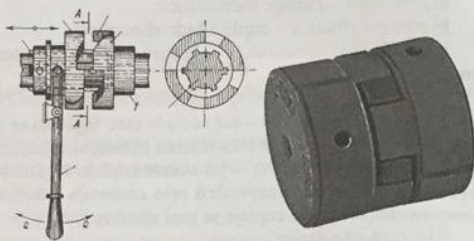


Fig. 4.19 Cuplaj cu gheare

**4.2. Organe de mașini pentru transmiterea mișcării de rotație**

**4.2.1. Transmisii prin roți de fricțiune**

Mecanismele pentru transmiterea mișcării de rotație se mai numesc și *transmisii mecanice* și au rolul de a transmite mișcarea de rotație, cu sau fără modificarea acesteia.

Transmiterea mișcării este însoțită de transmiterea energiei mecanice, deci a forțelor și a momentelor.

Aceste mecanisme pot fi:

- *cu contact direct* – roți de fricțiune, roți dințate, mecanisme cu șurub, mecanisme cu pârghie;
- *cu element intermediar* – la transmisii cu curele, cu bandă sau lanțuri.

*Raportul de transmitere* este definit ca raportul ce există la transformarea vitezelor unghiulare sau a turajilor ( $n_1, n_2$ ).

El se notează cu  $i_{12}$  și are valoarea dată de expresia:

$$i_{12} = \pm \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{n_1}{n_2}$$

Semnul plus semnifică mișcarea în același sens, iar semnul minus mișcarea în sens invers.

Transmiterea mișcării de rotație se poate face prin:

- roți de fricțiune (fig. 4.20, a);
- roți dințate (fig. 4.20, b);
- transmisii cu curele (fig. 4.20, c);
- transmisii cu cablu (fig. 4.20, d);
- transmisii cu lanț (fig. 4.20, e).

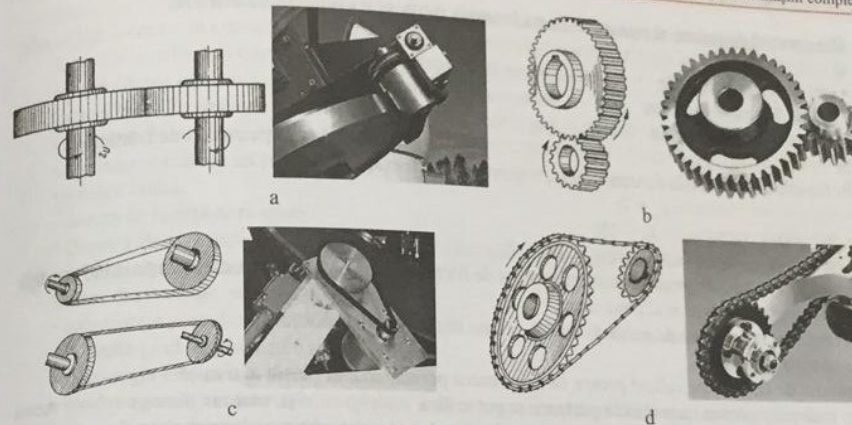


Fig. 4.20 Transmisii:

a – roți de fricțiune; b – roți dințate; c – prin curele; d – prin lanț.

**Noțiuni generale**

Roțile de fricțiune reprezintă cea mai simplă formă de transmitere a mișcării de rotație, dar și a puterii. Funcționarea roților de fricțiune se bazează pe frecarea care ia naștere între suprafețele de contact ale roților.

Acest tip de transmisie are următoarele *avantaje*:

- construcție simplă;
- funcționează fără șocuri și fără zgomot;
- în cazul suprasarcinii există posibilitatea patinării;
- nu are curse moarte;
- viteza elementului condus poate fi reglată ușor;
- cuplarea și decuplarea se pot face ușor în orice moment.

*Dezavantajele* acestui tip de transmisii sunt următoarele:

- este necesară asigurarea unei forțe de apăsare între roți, deci apare necesitatea unor elemente suplimentare;
- introduce solicitări mari în arbori și lagăre;
- are uzura mare;
- are gabarit și greutate mare.

În funcție de poziția relativă a axelor geometrice de rotație ale elementelor conducător și condus, roțile de fricțiune pot fi (fig. 4.21.):

- cilindrice;
- conice;
- variatori de turajție.

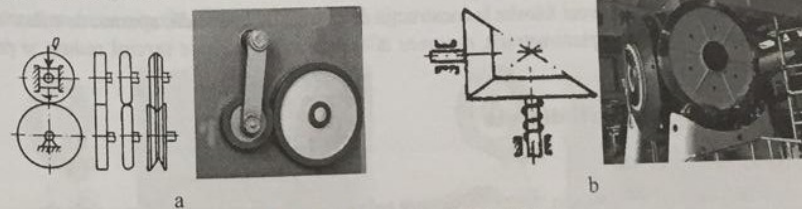


Fig. 4.21 Tipuri de roți de fricțiune:

a – cilindrice; b – conice.

Din punctul de vedere al raportului de transmitere, roțile de fricțiune se clasifică în:

a) *roți de fricțiune cu rapori de transmitere constant:*

- roți de fricțiune netede;
- roți de fricțiune canelate;
- roți de fricțiune conice.

b) *roți de fricțiune cu raport de transmitere variabil* – variatoare de turație cu roți de fricțiune.

În funcție de rapoartele de transmitere, transmisiile cu fricțiune se împart în:

- *mecanisme obișnuite*,  $i_{12} < 7$ ;
- *mecanisme neportante*,  $i_{12} < 15$ ;
- *mecanisme acționate manual*,  $i_{12} < 25$ .

**Materialele** utilizate pentru construcția roților de fricțiune trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- coeficient de frecare  $m$  cât mai mare;
- rezistența la presiune de contact;
- rezistența la uzură;
- modul de elasticitate ridicat pentru ca deformarea permanentă să fie cât mai mică.

Ca materiale pentru transmisiile portante se pot utiliza *oțelul pe oțel* și, mai rar, *fonta pe fontă*. Acest tip de materiale permite realizarea unor roți cu gabarit redus, dar necesită o prelucrare și un montaj precis. Fonta prezintă dezavantajul unei rezistențe scăzute la presiunea de contact.

Roțile de fricțiune metal-metal pot funcționa uscat când se realizează coeficienți de frecare mari sau în băi de ulei când se realizează o durabilitate crescută.

Alte materiale folosite în construcția roților de fricțiune sunt:

- *oțel pe materiale plastice (textolit)* – funcționează uscat, au coeficienți de frecare mari, forțe de apăsare mici și nu necesită prelucrare pretențioasă. Prezintă dezavantajul randamentului scăzut și gabariturii mari.
- *bandaje din fibre, piele, azbest presat, hârtie stratificată și caucuci*. Au dezavantajul deformațiilor mari și al necesității aplicării unui tratament de întărire.

Roțile de fricțiune cu raport de transmitere constant

a) *Roțile de fricțiune cu suprafețe cilindrice netede*

La roțile cilindrice cu suprafețe netede mișcarea de la elementul 1 la elementul 2 se transmite datorită frecării produse între suprafețele laterale ale roților, prin apăsarea acestora una pe alta (fig. 4.22).

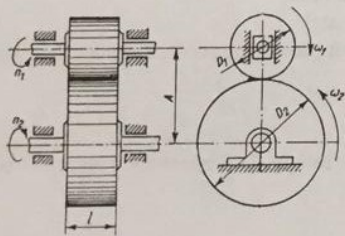


Fig. 4.22 Roți de fricțiune cilindrice  
 $\omega_1, \omega_2$  - viteze unghiulare,  $n_1, n_2$  - turații.

Utilizarea roților de fricțiune ca transmisii portante este limitată de forța de apăsare relativ mare, ceea ce duce la încărcarea lagărelor și la creșterea gabaritelor.

Roțile de fricțiune sunt frecvent folosite la construcția de aparate de comandă, aparate de măsurat și de calcul (diferențieri, integrări și planimetrari), deoarece la acestea sunt necesare sarcini reduse și presiuni de apăsare mari.

### 4.2.2. Transmisii prin roți dințate

#### Noțiuni generale

Mecanismele cu roți dințate sau **angrenajele** sunt cele mai utilizate transmisii mecanice.

**Angrenajul** se definește ca fiind mecanismul format dintr-o pereche de elemente profilate (danturate) numite roți dințate.

**Angrenarea** este procesul prin care două roți dințate își transmit reciproc mișcarea prin acțiunea dinților aflați succesiv în contact.

**Avantajele** utilizării transmisiei prin angrenare sunt următoarele:

- posibilitatea realizării unui raport de transmitere constant;
- gama largă de rapoarte de transmitere, având viteze și puteri din cele mai diferite;
- siguranța în exploatare;
- randament ridicat;
- gabarit redus;
- durata de funcționare mare;
- direcția de transmitere a mișcării poate fi orientată diferit, axele roților dințate putând fi orientate oricum în plan și în spațiu.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- construcția și controlul roților dințate necesită utilaje, scule și instrumente speciale;
- necesită grad de prelucrare ridicat;
- tehnologia este complicată;
- produc zgomot caracteristic, ce crește o dată cu creșterea vitezei periferice a roților dințate. Folosind mecanisme cu angrenaje se pot transmite:
- mișcări având viteze periferice de la cele mai reduse până la 150 m/s;
- puteri de la 0,0001 kW la 10 000 kW.

Diametrele roților pot fi cuprinse între câțiva milimetri, până la coroane dințate având diametre de 10-12 m. Clasificarea angrenajelor danturate se poate face după următoarele criterii:

- poziția relativă a arborilor;
- axa longitudinală a danturii;
- forma profilului dinților;
- forma suprafeței de referință a danturii.

După poziția relativă a arborilor, angrenajele pot fi:

1) *angrenaje paralele* (fig. 4.23);

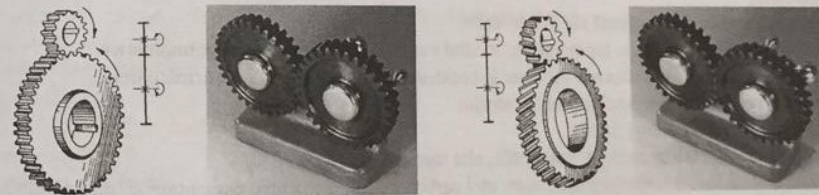


Fig.4.23 Angrenaje paralele

În această situație, roțile au forma cilindrică, având danturarea în exterior sau în interior. Dinții pot avea:

- axa longitudinală paralelă cu axele de rotație ale roților;
- axa longitudinală înclinată în raport cu axele roților;
- dantura în V;
- dantura cu axa curbă.

2) *angrenaje cu arbori concurenți* (fig. 4.24);

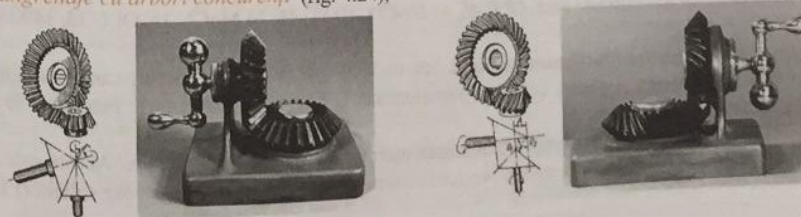


Fig.4.24 Angrenaje conice

Acest tip de transmisie se realizează cu angrenaje conice la care danturarea este realizată pe suprafețe conice. Dinții pot avea axa longitudinală dreaptă sau curbă.

3) **angrenaje cu arbori neconcurenți** (fig. 4.25).



Fig.4.25 Angrenaje cu arbori neconcurenți

La acest tip de angrenaj, axele arborilor se intersectează în spațiu. Se folosesc roți danturate elicoidal pe suprafețele cilindrice sau conice sau pe angrenaje cu cremalieră.

Din punctul de vedere al vitezei periferice, angrenajele se clasifică în:

- angrenaje cu viteza redusă,  $0 < v < 1$  m/s;
- angrenaje cu viteza mică,  $1 \text{ m/s} < v < 3$  m/s;
- angrenaje cu viteza medie,  $3 \text{ m/s} < v < 10$  m/s;
- angrenaje cu viteza mare,  $10 \text{ m/s} < v < 20$  m/s;
- angrenaje cu viteza foarte mare,  $v > 20$  m/s.

**Materiale utilizate pentru construcția roților dințate**

Alegerea materialelor pentru roți dințate trebuie să țină seama de:

- sarcinile transmise prin dantură;
  - durata de funcționare a angrenajului;
  - viteza la care funcționează;
  - precizia;
  - caracteristicile de rezistență ale materialelor;
  - condițiile de funcționare, temperatura, mediul coroziv, condițiile electrice, magnetice.
- Grupele principale de materiale utilizate la construcția roților dințate sunt următoarele:
- metale pe bază de fier: oțeluri, fonte cenușii;
  - metale neferoase: alamă, bronz;
  - materiale nemetalice: textolit, poliamidă, alte materiale plastice.

Oțelurile cele mai frecvent utilizate sunt: oțel carbon de calitate pentru comentare și îmbunătățire, oțeluri aliate, oțel carbon turnat și oțel aliat turnat.

Cele mai utilizate fonte sunt: fonta maleabilă, fonta cu grafit nodular și fonta antifricțiune.

În general oțelurile și fontele sunt utilizate pentru:

- roți dințate greu solicitate;
- roți care necesită rezistența la oboseală;
- la solicitarea bazei danturii la încovoiere ciclică;
- solicitări mari ale danturii la presiune de contact asociată cu frecare mare de alunecare și rostogolire, în condiții variabile.

Oțelurile cele mai des utilizate sunt: OLC 45, 41 MoC11, 50 VC 11, 34 MoCN 15, OLC 15, 18 MoCN13, 13 CN 35.

Pentru roțile dințate cu funcționare continuă într-un sens sau în ambele sensuri care sunt supuse la solicitări variabile, precum și pentru cele care funcționează la turații variabile, forțe puternice se impun utilizarea oțelurilor tratate termic.

**Fontele** se folosesc pentru angrenaje cu diametre mari și viteze periferice scăzute. Aceste roți dințate au avantajul că au rezistență bună la uzură. Nu sunt recomandate în situația în care apar solicitări la încovoiere.

**Bronzurile** sunt utilizate datorită uzurii relativ mici. Ele sunt folosite pentru construcția roților ce lucrează în special în mediu coroziv.

**Alama** este un material folosit pentru construcția roților utilizate în domeniul aparatelor de măsurat. Au avantajul unei prelucrări precise și au proprietăți antimagnetice. Domeniul de utilizare se reduce la viteze și sarcini mici.

**Materialele plastice** au următoarele avantaje:

- amortizează parțial vibrațiile;
  - reduc zgomotul;
  - compensează elastic erorile de danturare, datorită modului de elasticitate relativ redus.
- Ele prezintă următoarele dezavantaje:
- sunt sensibile la umiditate;
  - nu pot fi utilizate peste anumite temperaturi limită (100°C la materialele stratificate și 80°C pentru poliamidă).

Materialele nemetalice utilizate pentru construcția roților dințate sunt: bachelita, textolitul, lignofolul, poliamidele și policarbonații.

**Elementele geometrice ale roților dințate și ale angrenajelor cu dinți drepți**

Roțile dințate sunt organe de mașini de formă cilindrică, conică sau hiperboloidă ce sunt prevăzute la periferie cu dinți. La aceste organe de mașini transmiterea mișcării se realizează prin contactul direct dintre dinții roților care angrenează.

**Avantajele transmisiei** cu ajutorul roților dințate sunt următoarele:

- randament ridicat;
- funcționare sigură;
- gabarit redus;
- rezistență bună;
- durabilitate mare;
- raport de transmitere constant.

**Dezavantaje:**

- reglarea vitezei se face în trepte;
- execuția este dificilă și costisitoare;
- zgomot în timpul funcționării.

Clasificarea roților dințate se face după mai multe criterii și anume:

A) **după forma de bază:** cilindrică;

- conică;
- hiperboloidă.

B) **după așezarea dinților față de axa roții:**

- cu dinți drepți;
- cu dinți înclinați;
- cu dinți curbi.

C) **după profilul dinților:**

- evolventă;
- cicloidă;
- de ceasornicărie;
- bolțuri.

D) **după contur:**

- circulare;
- necirculare.

Prelucrarea danturii se face cu ajutorul sculelor al căror profil numit generator este o cremalieră de referință inversă.

Elementele roții dințate sunt reprezentate în fig. 4.26.

Semnificațiile elementelor din figură sunt următoarele:

$R_r$  - raza cercului (cilindrului) de rostogolire - care rostogolindu-se fără alunecare peste cercul celeilalte roți produce angrenarea;

$R_e$  - raza cercului de vârf (exterior) - delimitează spre exterior dintele;

$R_i$  - raza cercului de fund (interior) - delimitează spre interior dintele.

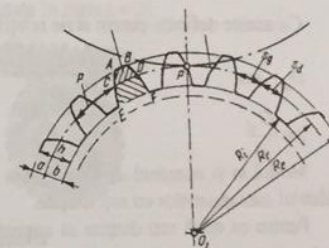


Fig. 4.26 Elementele geometrice ale roților dințate

Porțiunea  $ABCD$  se numește capul dintelui și este reprezentată de porțiunea din secțiunea dintelui cuprinsă între diametrul exterior și diametrul de rostogolire, iar  $a$  se numește înălțimea capului dintelui. Înălțimea dintelui  $h$  este distanța măsurată radial între cercul de fund și cercul de vârf.

$$h = a + b$$

Flancurile dintelui sunt suprafețele delimitate de curbele  $AE$  și  $BF$ . În secțiune, curbele  $AE$  și  $BF$  se numesc profilurile dinților.

**Pasul** – este arcul măsurat pe unul din cercurile cu centrul în  $O$ , între două puncte identice de pe doi dinți consecutivi. Pasul se notează cu  $p$ .

Dacă notăm cu  $D$  diametrul pe care calculăm pasul roții dințate și cu  $z$  numărul de dinți ai roții, avem relația:

$$p = \frac{\pi D}{z}$$

Lățimea dintelui se notează  $s_d$ , iar lățimea golului se notează cu  $s_g$ . Între cele două dimensiuni există relația:

$$p = s_d + s_g$$

Cercul pe care pasul este egal cu pasul de referință sau normalizat, adică pasul cremalierii de referință, se numește cerc de divizare, iar diametrul său se numește diametru de divizare  $D_d$ .

Între lungimea cercului de divizare  $pD_d$ , numărul de dinți  $z$  și pasul roții dințate există relațiile:

$$zp = p D_d$$

de unde

Pentru a introduce în calcule în locul pasului o mărime reprezentată de numere întregi se folosește noțiunea de modul  $m$ :

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{D_d}{z}$$

Cu aceste definiții putem scrie relațiile:

$$D_d = mz;$$

$$z = \frac{D_d}{m}$$

Modul  $m$  și numărul de dinți  $z$  sunt parametrii de bază pentru calculul mecanismelor cu roți dințate.

Pentru ca două roți dințate să angreneze, trebuie ca ele să aibă același pas, deci  $p_1 = p_2 = p$ , dar cum  $m = \frac{p}{\pi}$ , rezultă că este nevoie ca  $m_1 = m_2 = m$ .

Elementele geometrice ale angrenajului sunt prezentate în figura 4.27.

Raportul de transmitere  $i$  este raportul numerelor de dinți ai celor două roți,  $z_1$  și  $z_2$ .

Relația generală care exprimă raportul de transmitere este:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_{d2}}{D_{d1}} = \frac{z_2}{z_1} = \text{constant}$$

Elementele roților dințate pot fi calculate ținându-se seama de modul.

Teoretic,  $s_d = s_g$ , dar practic, datorită erorilor de execuție și celor de montaj, precum și deformării dinților din timpul funcționării, egalitatea acestor dimensiuni ar produce blocarea angrenajului.

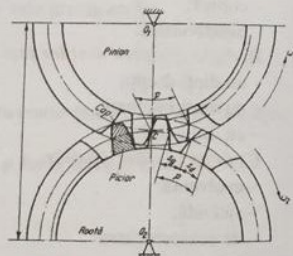


Fig.4.27 Elementele geometrice principale ale unui angrenaj

Constructiv:  $s_g > s_d$ , având grijă ca  $p = s_d + s_g$ . În acest fel ia naștere jocul de flanc  $j = s_g - s_d$ , ceea ce face ca angrenajul să funcționeze fără blocare.

### Angrenaje cu roți dințate conice

Acest tip de angrenaje transmit mișcarea de rotație, schimbând direcția acesteia sub un unghi oarecare.

Cel mai frecvent caz este acela în care axele roților care angrenează fac între ele un unghi de  $90^\circ$ . Roțile conice pot fi:

- cu dinți drepți;
- cu dinți înclinați;
- cu dinți curbi.

Roțile de acest tip pot funcționa până la viteze de  $v = 2 \dots 3$  m/s.

Câteva exemple de roți dințate conice sunt prezentate în fig. 4.28.

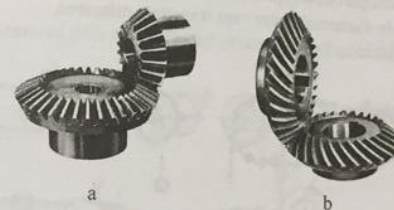


Fig. 4.28 Roți dințate conice  
a – cu dinți drepți; b – cu dinți elicoidali.

### Angrenaje cu șurub melc și roată melcată

Angrenajele melc-roată melcată se folosesc pentru transmiterea mișcării între arbori ale căror axe se încrucișează în spațiu, de regulă sub un unghi de  $90^\circ$ .

Ele se compun din:

- 1) *melc sau șurub fără sfârșit, care este un șurub cu filet trapezoidal;*
  - 2) *roata dințată melcată, care este o roată dințată având dinții înclinați sub același unghi cu spira filetului.*
- Mișcarea se transmite de la melc la roată și numai în cazuri speciale invers, iar atunci sunt necesari melci cu mai multe începuturi, cu pas foarte mare.

Câteva exemple de angrenaje melc – roata melcată sunt prezentate în figura 4.29.

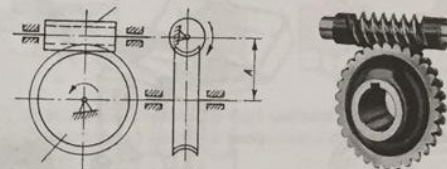


Fig. 4.29 Angrenaje melc-roată melcată

### Roți dințate necirculare

Sunt folosite pentru transmiterea mișcării la care raportul de transmitere este variabil, dar și pentru reproducerea mișcării dată de o anumită funcție.

Pentru mișcarea continuă, controlul de rostogolire este închis (fig. 4.30), iar pentru o mișcare limitată la un unghi oarecare, mișcarea și forma constructivă sunt limitate de un unghi cuprins de regulă între  $300 \dots 330^\circ$ .

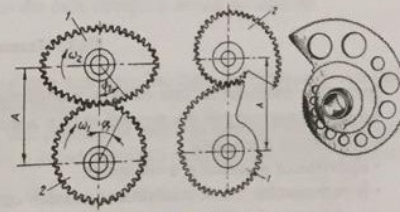


Fig. 4.30 Roți necirculare:  
a – cu contur închis; b – cu contur deschis.

### 4.2.3. Transmisii prin curea

**Noțiuni generale despre transmisiile indirecte.** Transmiterea mișcării de rotație se poate realiza și între două elemente, indirect, folosind pentru aceasta firele, cablurile, benzile, curelele și lanțurile. În acest tip de transmisie, distanța dintre elementul conducător și cel condus este relativ mare.

La transmiterea indirectă a mișcării există două elemente:

- elementul de tracțiune;
- roțile.

Elementul de tracțiune poate fi:

- o bandă fără sfârșit care se înfășoară pe periferia unor roți;
- o bandă care angrenează cu periferia roților (transmisie prin lanțuri sau curele dințate);
- o bandă fixată la capete de elementele între care transmite mișcarea.

Câteva exemple sunt prezentate în fig. 4.31.

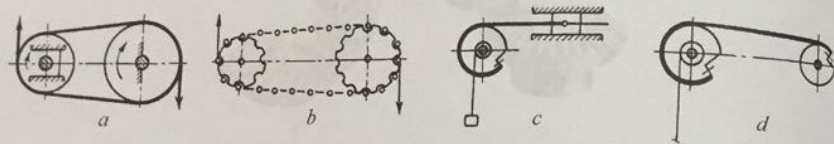


Fig. 4.31 Elemente pentru transmiterea indirectă a mișcării:  
a - transmisii fără sfârșit; b - transmisii cu lanț; c, d - transmisii cu bandă fixată

**Transmisiile prin curele** sunt utilizate atunci când arborele motor nu poate fi legat direct de arborele condus.

Cureaua este elementul intermediar flexibil care este înfășurat atât pe roata conducătoare cât și pe cea condusă.

Transmisia se face datorită frecării care ia naștere între bandă și roți și de aceea se mai numește și transmisie prin aderență.

În fig. 4.32 sunt prezentate câteva variante de transmisii prin aderență.

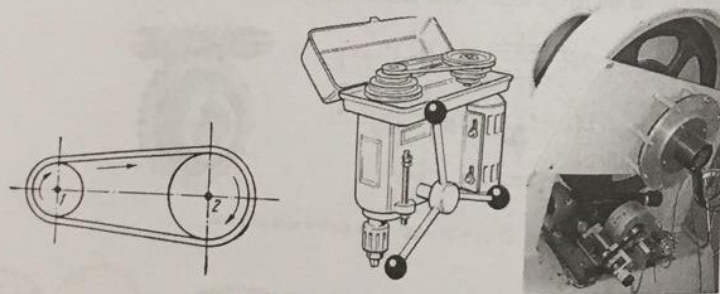


Fig. 4.32 Transmisii prin curea

Avantajele transmisiilor prin curea sunt următoarele:

- transmiterea energiei și a mișcării se face la distanțe convenabile;
- funcționare silențioasă;
- amortizarea șocurilor și a vibrațiilor;
- la suprasarcini, există posibilitatea patinării curelei, deci are loc o protecție a mecanismelor;
- costul este scăzut în raport cu al altor transmisi;
- precizia de execuție este relativ scăzută.

Dezavantajele acestui tip de transmisii sunt următoarele:

- gabarit mare în comparație cu transmisia cu roți dințate;
- raportul de transmitere nu este constant, deoarece forța tangențială este variabilă datorită alunecării;
- datorită tensionării curelei, produc încărcări suplimentare în legare și arbori;
- datorită deformațiilor remanente ale curelei, aceasta trebuie refăcută sau chiar înlocuită periodic;
- durabilitatea este limitată;
- poate provoca încărcări electrostatice.

În construcția de aparate, transmisia pe bază de aderență folosește drept elemente de tracțiune șnururi din bumbac sau nailon cu diametrul cuprins între 1,5 ... 3 m, sfori de cânepă cu diametrul 3 ... 4 mm sau cabluri din sârmă răsucită.

Pentru forțe de tracțiune mici se folosesc șnururi din mătase, benzi metalice din oțel sau bronz fosforos.

Câteva scheme de transmisii prin aderență sunt prezentate în figura 4.33.

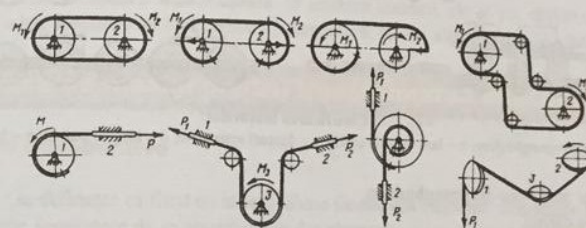


Fig. 4.33 Transmisii prin aderență în construcția de aparate

După forma secțiunii transversale a elementului de tracțiune, acestea pot fi (fig. 4.34):

- transmisii cu elemente late;
- transmisii cu elemente rotunde;
- transmisii cu elemente trapezoidale.

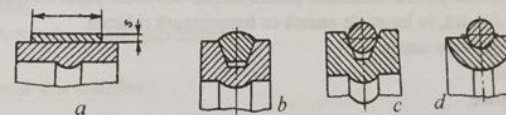


Fig. 4.34 Clasificarea transmisiilor după secțiunea elementului de tracțiune:  
a - elemente late; b - elemente trapezoidale; c, d - elemente rotunde.

Transmisiile cu elemente profilate necesită prelucrarea periferiei roții pentru mărirea suprafeței de frecare.

Există și curele articulate realizate din bucăți mici din piele identice și articulate între ele.

#### Transmisiile prin lanț

Lanțul este alcătuit dintr-o serie de piese identice și care sunt articulate între ele. Elementele lanțului se numesc zale și ele se confecționează din oțel, alamă sau bronz.

Arborii între care se face transmisia prin lanțuri sunt paraleli, iar mișcarea se transmite prin înfășurarea și angrenarea lanțurilor cu roțile montate pe arbori și având prelucrată o dantură specială la periferie.

Acest tip de transmisie are următoarele avantaje:

- evită alunecările pe roți;
- unghiurile de înfășurare sunt mult mai mici decât la transmisia cu curele;

- lanțurile sunt folosite la transmiterea de sarcini mari.
  - Dezavantajele acestui tip de transmisie sunt:
    - zgomot mare în funcționare;
    - lanțurile sunt mai puțin elastice decât curelele și deci transmisia este sensibilă la șocuri;
    - uzura mare în zonele de articulație ale zalelor.
- Din punct de vedere constructiv, lanțurile se clasifică astfel (fig. 10.31):

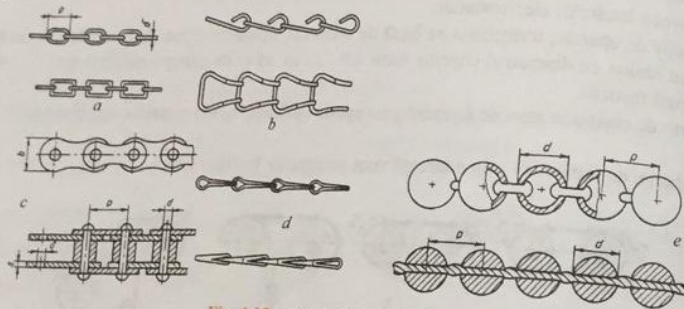


Fig. 4.35 Clasificarea lanțurilor:

a - lanț cu zale ovale și drepunghiulare; b - lanț cu zale cârlig; c - lanțuri articulate; d - lanțuri patent; e - lanțuri cu mărgele.

- lanțuri cu zale ovale sau dreptunghiulare;
  - lanțuri cu zale cârlig;
  - lanțuri articulate;
  - lanțuri patent;
  - lanțuri cu mărgele.
- După modul de execuție, lanțurile pot fi:
- calibrate;
  - necalibrate.



Fig. 4.36 Lanț Gall

**Lanțuri formate din plăcuțe** (lanțuri Gall) sunt lanțuri articulate între ele cu bușe sau role (fig. 4.36). Aceste lanțuri sunt folosite pentru transmisii, pentru mașini de ridicat pentru sarcini mari, precum și în oțelării, forje, industria chimică, în locuri de muncă cu temperatură ridicată.

- Ele reprezintă următoarele avantaje:
- funcționare liniștită;
  - siguranță în exploatare;
  - randament bun al transmisiei.

**Roți pentru lanțuri**

Roțile pentru lanțuri ovale sau dreptunghiulare sunt asemănătoare roților dințate, deosebindu-se prin profilul dintelui și lățimea mai redusă. La aceste transmisii există două forme constructive (fig. 4.37). Roțile pentru lanțurile articulate au la periferie dinți care pătrund în spațiile dintre plăcuțe (fig. 4.38). Pentru a ușura angrenarea, flancurile dinților sunt arcuri de cerc cu diametrul mai mic decât diametrul bolțurilor.

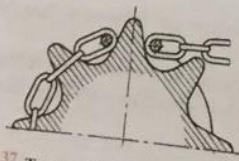


Fig. 4.37 Transmisii cu lanțuri cu zale ovale

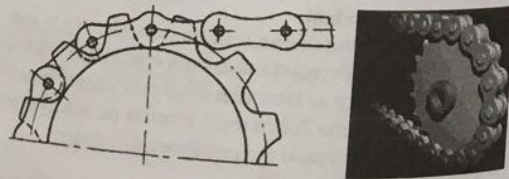


Fig. 4.38 Angrenare cu lanț Gall

Roțile pentru lanțuri cu mărgele au prevăzute locașuri conice, semisferice alternative sau sferice în care pătrund bilele lanțului (fig. 4.39).

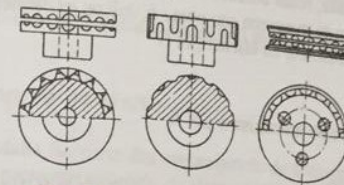


Fig. 4.39 Roți pentru lanțuri cu mărgele: a - locașuri conice; b - locașuri semisferice; c - locașuri sferice.

Prelucrarea acestor roți este relativ ușoară. În anumite condiții, ele se pot obține și prin turnare sub presiune: materialele folosite sunt oțel carbon de cementare, oțeluri aliate, alama sau materialele plastice.

**4.3. Organe de mașini pentru transformarea mișcării**

**4.3.1. Noțiuni introductive**

*Mecanismul* se definește ca fiind un sistem tehnic format din elemente cinematice legate între ele prin cuple și care, prin imprimare de mișcarea unuia din elemente, o transmite celorlalte elemente. Mișcarea realizată de mecanisme este bine determinată în toate punctele lui.

În funcție de felul mișcării de intrare și al mișcării de ieșire a mecanismelor, acestea se împart în:

- mecanisme pentru transformarea mișcării de rotație în mișcare rectilinie continuă (mecanisme șurub-piuliță, mecanisme pinion-cremalieră);
- mecanisme pentru transformarea mișcării de rotație în mișcare rectilinie alternativă (bielă-manivelă, mecanisme cu culise);
- mecanisme de transformare a mișcării de rotație continuă în mișcare de rotație intermitentă (cu clichet, cu cruce de Malta);
- mecanisme diverse (cu came, patruleter).

**4.3.2 Mecanismul cu clichet**

Acest mecanism este utilizat pentru transformarea mișcării de oscilație a elementului conducător în mișcare de rotație sau de translație intermitentă a elementului condus sau pentru împiedicarea mișcării elementului condus într-un sens.

Mecanismul cu clichet este prezentat în fig. 4.40.

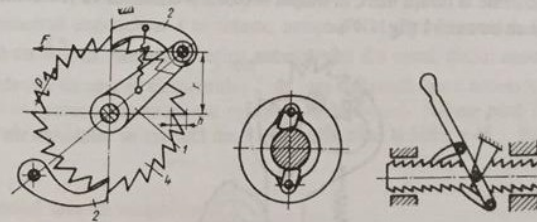


Fig. 4.40 Mecanisme cu clichet  
a, c - element condus dințat; b - element condus lis;  
1 - element dințat; 2 - clichet.

Mecanismul cu clichet se compune din:

- **element condus** – roata dințată, roata netedă, bara dințată;
- **clichet** – acesta poate transmite mișcarea sau poate fi utilizat ca element de fixare.

Ca soluții constructive, mecanismele cu clichet pot fi:

- cu elemente dințate;
- cu elemente cu fricțiune.

După numărul de clichete, aceste mecanisme pot fi:

- cu un clichet;
- cu doi sau mai multe clichete.

După modul în care are loc cuplarea, mecanismele cu clichet pot fi (fig.4.41):

- mecanisme cu cuplare exterioară;
- mecanisme cu cuplare interioară;
- mecanisme cu cuplare frontală.

Așa cum se vede în figura 4.42, roata dințată a mecanismului cu clichet poate avea dantura de mai multe tipuri.

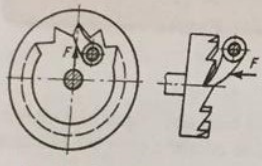


Fig. 4.41 Cuplarea mecanismelor cu clichet

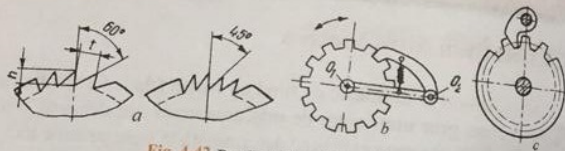


Fig. 4.42 Profilul danturii roții de clichet  
a – triunghiular asimetric; b – dreptunghiular; c – roata dințată obișnuită.

Materiale utilizate

Atât pentru roată cât și pentru clichet se folosesc oțeluri 17CD7, 41C10 comentate și călite cu o duritate de până la 45 ... 52 HRC.

Pentru construcții mai puțin solicitate poate fi folosit și OLC 45, OLC 40.

Mecanismele cu clichet au aplicații la:

- relele de timp;
- mecanismele de ceasornic;
- selectoarele pentru posturi telefonice automate;
- mecanismele de blocare;
- mecanismele de comandă.

Sunt folosite la turații mici, datorită zgomotului produs în timpul funcționării în direcția neblocată. Un alt motiv de utilizare la turații mici este acela că la pornire și la oprire produc șocuri. Dacă totuși este absolut necesar să fie utilizate la turații mari, în timpul deblocării clichetului va fi ridicat de pe dantura roții cu ajutorul unui mecanism de ancoră (fig. 4.43).

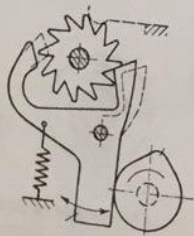


Fig. 4.43 Mecanismul de ancoră

Mecanismele cu clichet sunt astfel construite încât roata capătă o mișcare intermitentă prin imprimarea unei mișcări oscilatorii mecanismului cu clichet.

Deplasarea periodică ce este realizată de aceste mecanisme este reglată prin două metode:

- modificând unghiul de oscilație;
- menținând constant unghiul de oscilație, dar eliminând din angrenare un număr de dinți.

### 4.3.3. Mecanismul cu cruce de Malta

Mecanismele cu cruce de Malta fac parte din mecanismele de transmitere a mișcării de rotație intermitentă. Din această grupă fac parte mecanismele cu elemente special profilate (cruce de Malta) și grupa mecanismelor cu roți având profilul danturat numai pe anumite porțiuni (transmisiile cu elemente stelate).

Ele au forme constructive foarte variate, ce sunt adaptate cerințelor și sunt utilizate pentru aparatele de calcul, automatele de control, în cinematografie.

#### Transmisia prin cruce de Malta

Sunt mecanisme folosite la transformarea mișcării de rotație continuă a elementului conducător într-o mișcare de rotație cu oprire periodică a elementului condus.

În funcție de poziția elementului conducător și condus, mecanismele cu cruce de Malta pot fi:

- mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare exterioară;
- mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare interioară.

Mecanisme cu cruce de Malta cu angrenare exterioară (fig.4.46)

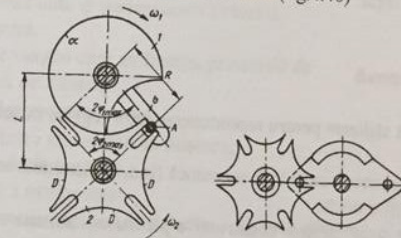


Fig. 4.44 Mecanismul cu cruce de Malta

Transmisia exterioară prin cruce de Malta se compune din:

- 1 – element conducător;
- 2 – element condus.

Elementul conducător este prevăzut la extremitatea brațului *b* cu un bolț care ține loc de dinte, numit și antrenor.

Elementul condus este o roată care are *z* canale radiale.

Atunci când elementul conducător 1 se rotește, antrenorul *A* intră în canalele radiale ale elementului 2 și acesta se rotește cu  $\frac{2\pi}{z}$ ; în momentul ieșirii antrenorului din canal, discul acestuia vine în contact cu conturul sub formă de arc de cerc al elementului 2, pe care îl fixează într-o anumită poziție.

Materialele folosite pentru antrenori sau role sunt oțelurile rull calitate până la HRC = 58 ... 62, iar suprafețele de lucru ale canalelor se execută din 41 C10 călit până la HRC = 45 ... 50.

### 4.3.4. Mecanismul bielă-manivelă

Mecanismul bielă-manivelă transformă mișcarea de translație alternativă în mișcare de rotație continuă sau mișcarea de rotație continuă în mișcare de translație alternativă.

Mecanismul este folosit la motoarele cu ardere internă, unde transformă mișcarea de translație alternativă a pistonului în mișcare de rotație a arborelui motor, și la mașinile de lucru – pompe, compresoare sau prese – unde transformă mișcarea de rotație de la motor în mișcare alternativă a prietenului sau a capului de presare.

Mecanismul bielă-manivelă este prezentat schematic în fig. 4.47.

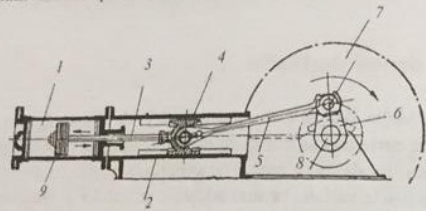


Fig. 4.45 Schema mecanismului bielă-manivelă

1 – piston; 2 – cilindru în interiorul căruia se deplasează pistonul; 3 – tija pistonului; 4 – capul de cruce care se deplasează între glisieri; 5 – biela; 6 – manivela; 7 – volantul așezat pe arbore; 8 – arbore.

După natura mișcării, organele componente ale mecanismului bielă-manivelă se împart în:

1. piese în mișcare de translație – pistonul, tija pistonului, capul de cruce;
2. piese în mișcare de rotație-manivelă, arbele, volantul;
3. piese în mișcare plană – biela.

### 4.3.5. Mecanisme cu camă

Mecanismele cu camă sunt utilizate pentru reproducerea unor legi de mișcare sau pentru transmiterea unor deplasări sau opriri.

Sunt utilizate în construcția mecanismelor de mecanică fină, în sistemele automate de comandă și control, cât și în construcția mașinilor unelte.

În fig. 4.49 sunt prezentate două variante constructive pentru mecanisme cu camă.

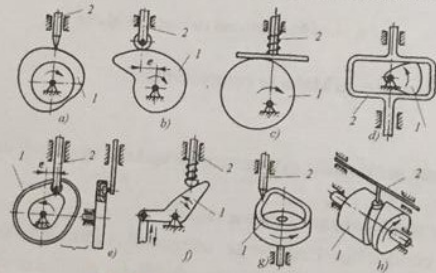


Fig. 4.46 Mecanisme cu camă

a, b, c, d, e, f – came plane; g, h – came spațiale  
1 – camă; 2 – tchet

- Avantajele utilizării unor astfel de mecanisme sunt următoarele:
- posibilitatea obținerii unor mișcări foarte variate ale tchetului;
  - orice lege de mișcare poate fi reprodusă prin profilarea camei;
  - simplitatea constructivă a mecanismului;
  - gabarit redus.

Dintre dezavantaje, putem enumera:

- uzura mare în punctul de contact camă-tchet, ceea ce duce la modificarea legii de mișcare;
- dificultăți în prelucrarea cu precizie a profilului camei;
- necesită elemente elastice pentru crearea presiunii tchet-camă.

Camele se execută din oțel carbon de îmbunătățire (OLC 45, OLC 607) sau din oțeluri aliate (13 CN23, = 45 ... 60.

În cazul transmisiilor cu forțe mici, pentru construcția camei se poate folosi fonta, bronzul sau materialele plastice.

## TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE



### Osi și arbori, fusuri și pivoti

1

Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Osiile sunt organe de mașini care au funcția principală de:

- a) susținere a altor elemente;
- b) transmitere a momentului de torsiune;
- c) susținere a altor elemente și transmiterea torsiunii;
- d) elemente de legătură.

2. Osiile sunt organe de mașini care au funcția principală de:

- a) transmitere a mișcării de rotație;
- b) susținere a elementelor montate pe ele;
- c) realizarea legăturii dintre elementele în mișcare;
- d) transmisie de momente de torsiune.

3. Solicitarea principală a osiilor este:

- a) răsucirea;
- b) compresiunea;
- c) întinderea;
- d) încovoierea.

4. Materialele folosite pentru confecționarea osiilor sunt:

- a) OL 42, bronz cu beriliu, OLC 45, materiale plastice;
- b) OL 42, alama, OLC 45, materiale plastice;
- c) bronz fosforos, OL 42, OL 50, OLC 45;
- d) OL 42, OLC 45, 13 CN 30, Cu 5.



### Arbori

1

1. Arborii au funcția principală de:

- a) transmitere de puteri și momente de torsiune;
- b) susținere a elementelor montate pe ei;
- c) susținere a roților dințate;
- d) elemente de susținere pentru cabluri.

2. Materialele folosite pentru confecționarea arborilor sunt:

- a) OL 42, OLC 25, 13 CN 30, alama, materiale plastice;
- b) OL 42, OLC 45, OSC 12, alama, materiale plastice;
- c) OL 50, OLC 45, 13 CN 30, alama, OLC 55A;
- d) OL 50, OLC 35, 21 MoMC 12, Cu 5, bronz.



## Lagăre de alunecare și rulmenți, particularități specifice

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Spațiul rămas liber în interiorul cuzinetului, după introducerea fusului și umplerea cu lubrifianț, se numește:

- a) joc radial; b) interstițiu; c) cuzinet; d) cămașa cuzinetului.

2. Materialele antifricțiune folosite la confecționarea lagărelor prin alunecare sunt:

- a) bronzuri cu Pb-Cu, Pb-Sn-Cu, Ni;  
b) Pb-Cu, Cu-Pb-Sn-Ni, pulberi sinterizate cu Fe, Cu, Sn, Pb, grafit;  
c) fontș, oțeluri, pulberi sinterizate;  
d) grafit, bronzuri, oțeluri aliate.

3. Alegerea rulmenților se face în funcție de:

- a) destinație, aspect exterior, tipul rulmentului;  
b) construcția rulmentului, diametru interior, diametru exterior, turație;  
c) destinație, diametru interior, diametru exterior, solicitare, turație;  
d) tipul constructiv, diametru interior, turație.

4. Materialele folosite pentru confecționarea cuzineților sunt:

- a) OSC10, bronz, fontă antifricțiune;  
b) OLC 60A, fontă antifricțiune, materiale sinterizate;  
c) bronz, fontă antifricțiune, materiale sinterizate, mase plastice;  
d) OSC 10, OLC 45, OLC 60A.



## Clasificarea cuplajelor

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Materialele folosite pentru construcția ambreiajelor cu gheară sunt:

- a) oțel călit pe oțel călit, fontă pe fontă, bronz pe bronz, bronz pe fontă; b) OSC 10 pe OLC 60A, oțel călit pe oțel călit, bronz pe fontă; c) oțel călit pe oțel călit, fontă pe fontă, bronz pe fontă, metaloceramic pe oțel; d) OSC 10 pe oțel călit, OLC 60A, bronz pe fontă, fontă pe fontă, metaloceramic pe oțel.

2. Criteriile de alegere a tipului de cuplaj sunt:

- a) caracteristicile de turație și putere ale motorului, deformațiile la încovoiere și torsiune ale arborilor, mediul în care lucrează cuplajul;  
b) turația și viteza periferică a arborilor;  
c) încărcarea arborilor și turația lor;  
d) momentul de torsiune transmis și masa sistemului mobil.

3. Cuplajele care realizează asamblarea permanentă și rigidă numai pentru arbori coaxiali se numesc cuplaje:

- a) mobile; b) fixe; c) cu comandă mecanică; d) articulate.

4. Alegerea unui tip de cuplaj se face ținând seama de:

- a) mărimea forțelor de întindere; b) mărimea momentelor de torsiune; c) posibilitățile de montaj;  
d) modul de funcționare al motorului, deformațiile permise arborilor la încovoiere și torsiune.



## Transmisii prin roți de fricțiune

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Materialele folosite la construcția roților de fricțiune sunt:

- a) OLC 45 pe OLC 45; bronz, fontă pe materiale plastice, cupru pe cupru;  
b) oțel pe oțel, fontă pe fontă, oțel pe materiale plastice, bandaje de azbest și hârtie presată;  
c) oțel pe oțel, hârtie pe azbest, fontă pe fontă;  
d) oțel pe materiale plastice, oțel pe oțel, fontă pe oțel.

2. Transmisiiile prin roți de fricțiune se realizează din următoarele cupluri de materiale:

- a) oțel pe oțel, fontă pe materiale plastice, piele pe oțel;  
b) oțel pe oțel, fontă pe fontă, oțel pe textolit, bandaje din piele;  
c) oțel pe fontă, oțel pe materiale plastice, bandaje din piele;  
d) oțel pe materiale plastice, oțel pe oțel, fontă pe fontă.

3. Materialele utilizate la construcția roților de fricțiune trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- a) coeficient de frecare mic, rezistență la presiune de contact, rezistență la uzare, modul de elasticitate ridicat;  
b) coeficient de frecare mare, rezistență la presiune de contact, modul de elasticitate cât mai mic;  
c) coeficient de frecare cât mai mare, rezistență la presiune de contact, rezistență la uzare, modul de elasticitate cât mai mare;  
d) coeficient de elasticitate mic, coeficient de frecare mic.



## Transmisii prin roți dințate

1. Alegeți varianta de răspuns corectă:

1. Raportul existent la transformarea vitezelor unghiulare sau a turațiilor și care este definit de relația

$$i_{12} = \pm \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{n_1}{n_2}$$

se numește:

- a) raport de transmitere; b) relația de calcul a diametrelor roților;  
c) raportul de transmitere a mișcării; d) raportul de transmitere a puterilor.

2. Materialele folosite la confecționarea roților dințate sunt:

- a) OL 34, OLC 45, 41 MoC11, bronzuri, alame, materiale plastice;  
b) OLC 45, 41 MoC 11, 13 CN 35, alame, bronzuri, materiale plastice;  
c) cupru, aluminiu, OLC 45, materiale plastice, alame;  
d) Al 99,5, Cu 5, materiale plastice, alame, bronzuri.

3. În figura de mai jos este reprezentat:

- a) angrenaj melc - roata melcată; b) angrenaj conic;  
c) transmisie cu cremalieră; d) transmisie cu roți necirculare.



4. Oțelurile cel mai des utilizate pentru confecționarea roților dințate sunt:

- a) OLC 45, OLC 55A, MoC 11, 50 VC 11, OLC 15;
- b) OL 25, OSC 12, OLC 45, 41 MoC 11;
- c) OLC 60A, OLC 45, OT 45, 34 MoCN 15;
- d) OLC 15, OLC 45, 41 MoC 11, 34 MoCN 15, 13 CN 35.



### Transmisii prin lanț

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. În figura următoare este prezentat:

- a) transmisie cu lanț cu zale ovale;
- b) transmisie cu lanț cu zale cărlig;
- c) transmisie cu lanț Gall;
- d) transmisie cu lanț cu mărgele.



2. Arborii între care se face transmisia prin lanț au axe:

- a) paralele; b) în unghi de 90°; c) în unghi de 60°; d) în orice poziție.

3. Transmisia prin lanț are următoarele avantaje:

- a) evită alunecările pe roți, transmit sarcini mari;
- b) evită alunecările pe roți, uzura mică a zalelor;
- c) evită alunecările pe roți, transmit sarcini mari, unghi de înfășurare pe roți mai mic decât la transmisia cu curele;
- d) transmit sarcini mici.

4. Materialele folosite pentru confecționarea roților pentru lanțuri sunt:

- a) fonte, bronzuri, alame;
- b) oțel carbon de cementare, oțeluri aliate, alamă, materiale plastice;
- c) bronzuri, oțeluri aliate, materiale plastice;
- d) alame, fonte, OSC 10.

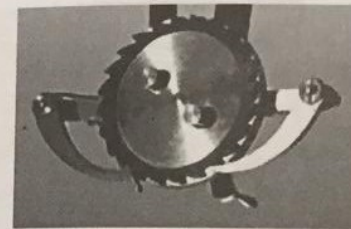


### Mecanismul cu clichet

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. În figura de mai jos este reprezentat un mecanism:

- a) de blocare;
- b) cu roată dințată;
- c) cu clichet;
- d) cu clichet, la care forța de apăsare este realizată cu arc lamelar.



2. Materialele folosite la construcția mecanismelor cu clichet sunt:

- a) Cu5, OLC 45, OLC 40;
- b) 41 C10, OLC 45, OLC 40 cementate și călite;
- c) fontă, OL 42, OL 50;
- d) Cu 5, fontă, OL 34.



### Mecanisme cu camă

1. Alegeți varianta corectă de răspuns:

1. Mecanismele cu camă se compun din următoarele elemente:

- a) camă, tchet, arc pentru menținerea contactului;
- b) camă, tchet, ghidaj de translație pentru tchet;
- c) arbore, camă, tchet;
- d) camă, rolă, ghidaj pentru tchet.

2. Camele se pot executa din următoarele materiale:

- a) OLC 15, fontă, OLC45;
- b) alamă, OLC 45, OLC 60;
- c) OLC 45, OLC 60, 13CN 23, 41 C10, cărora li se aplică tratamente termice de durificare a stratului superficial;
- d) fontă, OSC 10, alamă.

3. Mecanismele cu came prezintă următoarele dezavantaje la utilizare:

- a) gabarit mare, dificultăți de prelucrare a profilului;
- b) uzura mare la contactul camă tchet, dificultăți de prelucrare a camei, necesită elemente elastice pentru crearea presiunii tchet-camă;
- c) dificultăți de montaj, gabarit redus;
- d) uzură mare, funcționare cu zgomot.

2

Întocmiți în laboratorul de Informatică al școlii o *Fișă recapitulativă* după modelul prezentat în continuare pentru fiecare tip de organ de mașină. Răspundeți la cerințele cuprinse în ea și apoi adăugați-o în Portofoliul Organe de mașini. Folosiți această fișă de câte ori aveți nevoie să vă împrospătați cunoștințele.

Organe de mașini

**FIȘĂ RECAPITULATIVĂ**

**Tema:** Organe de mașini complexe  
Asamblarea (Transmisia, Mecanismul)

1. Definiție
2. Clasificare
3. Materiale
4. Avantaje
5. Dezavantaje
6. Schema organului de mașină
7. Schema asamblării

**RĂSPUNSURI**

**Tema 1**

*Noțiuni generale*

1 a) Adevărat; b) Fals; c) Fals; d) Fals; e) Fals; f) Adevărat. 2 1. a; 2. a; 3. c.

*Tipuri de solicitări simple*

1 a) Fals; b) Adevărat; c) Adevărat; d) Adevărat; e) Adevărat; f) Fals. 2 1. b; 2. c; 3. c; 4. c.

**Tema 2**

*Structura sistemelor tehnice*

1 1. c; 2. b; 3 b; 4. b; 5. c; 6. a.

2 1. A; 2. F; 3. A; 4. F; 5. A; 6. A; 7. A; 8. A.

**Tema 3**

*Asamblări prin nituire*

1 1. a; 2. c; 3. b; 4. b

2 a) nit cu cap semirotund; b) nit cu cap tronconic; c) nit cu cap semiînecat; b) nit cu capsemirotund;

*Asamblări prin sudare*

1 1. b; 2. b; 3. d; 4. c.

*Asamblări prin lipire*

1 1 a; 2. a; 3. c; 4. b.

2 1. A; 2 F; 3. F; 4. A; 5. A; 6. A.

*Asamblări prin filet*

1 1.1. a; 1.2. b; 1.3. b.

*Asamblări prin pene*

1 1. c; 2. b; 3. c; 4. c.

*Asamblări prin caneluri*

1 1. b; 2. b; 3. c; 4.c.

*Asamblări prin arcuri*

- 1 1. c; 2. d; 3. d; 4. c.  
2 1. d; 2. a; 3. b; 4. c.

*Asamblări prin presare*

- 1 1.1. d; 1.2. d; 1.3. d.



**Tema 4**

*Osii și arbori, fusuri și pivoți*

- 1 1. a; 2. b; 3. d; 4. b.

*Arbori*

- 1 1. a; 2. a.

*Lagăre de alunecare și rulmenți, particularități specifice*

- 1 1. a; 2. b; 3. c; 4. c.

*Clasificarea cuplajelor*

- 1 1. c; 2. a; 3. b; 4. d.

*Transmisii prin roți de fricțiune*

- 1 1. b; 2. b; 3. c.

*Transmisii prin roți dințate*

- 1 1. a; 2. b; 3. a; 4. d.

*Transmisii prin lanț*

- 1 1. c; 2. a; 3. c; 4. b.

*Mecanismul cu clichet*

- 1 1. b; 2. a.

*Mecanisme cu camă*

- 1 1. b; 2. c; 3. b.

**Bibliografie**

1. Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin Mariana, Organe de mașini și mecanisme, Editura All Educational, București, 2002.
2. Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin Mariana, Asamblarea, întreținerea și repararea mașinilor și instalațiilor, Editura All Educational, București, 2002.
3. Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin Mariana, Mecanică aplicată, Editura Cvasidocumentația PROSER&Printech, București, 2005.
4. Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin Mariana, Ciocîrlea-Vasilescu Ioana, Elemente de tehnologie mecanică, Editura Cvasidocumentația PROSER&Printech, București, 2005.
5. Constantin Mariana, Ciocîrlea-Vasilescu, A., Solicitări și măsurări tehnice, Editura All Educational, București, 2004.
6. Ciocîrlea-Vasilescu, A., Constantin Mariana, Teste grilă pentru solicitări și măsurări tehnice și organe de mașini și mecanisme, Editura All Educational, București, 2003.
7. Demian, T., Elemente constructive de mecanică fină, Editura Didactică și Pedagogică București, 1976.
8. Demian, T., Elemente constructive de mecanică fină-proiectare, Editura Didactică și Pedagogică București, 1974.
9. Drăghici, I. și colab., Calculul și construcția cuplajelor, Editura Tehnică, București, 1978.
10. Enciclopedia tehnică ilustrată, traducere din limba germană, București, Editura Teora, 1999.
11. Gafițanu, M., și colab., Organe de mașini, Editura Tehnică, București, 1981.
12. Gheorghe Ion, Marinescu Adrian, Tehnologia construcțiilor sudate, Institutul Politehnic București, Catedra Tehnologia Construcției de Mașini, 1986.
13. Grumăzescu, I., și colab., Mecanică fină, Editura Tehnică, București, 1959.
14. Manea, Gh., Organe de mașini, Editura Tehnică, București, 1970.
15. Paizi, Gh., Stere, N., Lazăr, D., Organe de mașini și mecanisme, Editura Didactică și Pedagogică București, 1980.
16. Rabinovici, I., și colab., Rulmenți, Editura Tehnică București, 1977.
17. Răducu, V., Răducu, N., Îndrumător pentru ridicarea calificării lăcătușilor de construcții de mașini, Editura Tehnică, București, 1985.

<b>1. SOLICITĂRILE SIMPLE ALE MAȘINILOR ȘI MECANISMELOR.....</b>	<b>3</b>
1.1. Noțiuni introductive.....	4
1.2. Clasificarea materialelor după comportarea lor sub acțiunea sarcinilor exterioare.....	5
1.3. Clasificarea corpurilor din punctul de vedere al rezistenței materialelor.....	6
1.4. Forțe .....	7
1.5. Reazeme .....	8
1.6. Curba caracteristică și legea lui Hooke .....	10
1.7. Solicitări statice simple .....	11
1.7.1. Tipuri de solicitări simple .....	12
1.7.2. Deformații .....	12
1.7.3. Întinderea și compresiunea .....	13
1.7.4. Forfecarea .....	14
1.7.5. Încovoierea.....	14
1.7.6. Torsiunea.....	15
1.7.7. Solicitări compuse.....	15
TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE.....	17
<b>2. STRUCTURA SISTEMELOR TEHNICE.....</b>	<b>18</b>
2.1. Definierea sistemului tehnic. Mașină, mecanism, organ de mașină.....	18
2.2. Clasificarea și rolul organelor de mașini.....	18
2.3. Condiții impuse organelor de mașini.....	20
2.4. Standardizarea organelor de mașini.....	20
2.5. Interschimbabilitatea organelor de mașini.....	21
TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE.....	23
<b>3. ORGANE DE MAȘINI SIMPLE .....</b>	<b>24</b>
3.1. Asamblări nedemontabile.....	24
3.1.1. Asamblări prin nituire .....	24
3.1.2. Clasificarea niturilor .....	26
3.1.3. Clasificarea niturilor .....	26
3.2. Asamblări prin sudare .....	27
3.2.1. Elemente ale asamblărilor sudate.....	27
3.2.2. Tipuri de suduri .....	29
3.2.3. Deformații și tensiuni remanente din asamblări sudate .....	29
3.3. Asamblări prin lipire.....	31
3.4. Asamblări demontabile .....	31
3.4.1. Asamblări prin filet.....	35
3.4.2. Asamblări prin pene.....	37
3.4.3. Asamblări prin caneluri.....	38
3.4.4. Asamblări prin arcuri.....	41
3.4.5. Asamblări prin presare.....	42
TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE.....	47
<b>4. ORGANE DE MAȘINI COMPLEXE .....</b>	<b>48</b>
4.1. Organe de mașini auxiliare.....	48
4.1.1. Categorii de organe de mașini pentru mișcarea de rotație .....	48
4.1.2. Osii și arbori, fusuri și pivoți .....	48
4.1.3. Fusuri și pivoți.....	49
4.1.4. Lagăre de alunecare și rulmenți, particularități specifice .....	50
4.1.4. Rulmenți. Tipuri de rulmenți. Simbolizare și alegere.....	52
4.1.5. Cuplaje.....	54
4.2. Organe de mașini pentru transmiterea mișcării de rotație.....	56
4.2.1. Transmisii prin roți de fricțiune.....	56
4.2.2. Transmisii prin roți dințate.....	58
4.2.3. Transmisii prin curea.....	64
4.3. Organe de mașini pentru transformarea mișcării .....	67
4.3.1. Noțiuni introductive .....	67
4.3.2. Mecanismul cu clichet .....	67
4.3.3. Mecanismul cu cruce de Malta.....	69
4.3.4. Mecanismul bielă-manivelă .....	69
4.3.5. Mecanisme cu camă.....	70
TEME ȘI TESTE RECAPITULATIVE.....	71
<b>RĂSPUNSURI .....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>79</b>